JNC TJ8400 2002-017

実規模シーリングシステムに関する研究（Ⅱ）

（核燃料サイクル開発機構　業務委託報告書）

2002 年 2 月

鹿島建設株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせ下さい。

〒319-1184　茨城県那珂郡東海村大字村松 4 番地 49
核燃料サイクル開発機構
技術展開部　技術協力課

Inquiries about copyright and reproduction should be addressed to:
Technical Cooperation Section,
Technical Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu,Tokai-mura,Naka-gun,Ibaragi-ken,319-1184
Japan

© 核燃料サイクル開発機構（Japan Nuclear Cycle Development Institute）
2002

JNC TJ8400 2002-017
2002年2月

実規模シーリングシステムに関する研究（Ⅱ）

（核燃料サイクル開発機構　業務委託報告書）

戸井田　克*　　塩釜　幸弘*　　升元　一彦*
須山　泰宏*　　阿部　泰典*　　古市　光昭*

要　　旨

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，廃棄体の定置後，処分のために建設した地下構造物を人工バリアである埋め戻し，プラグ，グラウトといった要素技術により閉鎖し，廃棄体の隔離性能を長期にわたり確保する必要がある。そこで，わが国の地質環境条件に適応し得るこれら閉鎖システムの確立に資するため，室内試験及び原位置試験を通じてこれらの性能を定量的に評価していくことが必要である。

本年度は，カナダAECLにおけるトンネルシーリング性能試験で昨年度までに実施した2MPaまでの注水圧の試験に引続き，圧力増加後の性能に関する試験を行うことから，取得されるデータおよびトレーサー試験結果のデータの整理，解釈，トレーサー結果の数値解析に関わる技術的検討，評価を行った。また，シーリングシステム構築のための情報整理を行った。

本報告書は、鹿島建設株式会社が核燃料サイクル開発機構との委託により実施した研究成果に関するものである。

機構担当部課室：東海事業所　環境保全・研究開発センター　処分研究部　処分バリア性能研究グループ

＊　　鹿島建設（株）

JNC TJ8400 2002-017
FEBRUARY, 2002

Full-scale demonstration of Sealing Technique in Geological Disposal（Ⅱ）

（ Document Prepared by Other Institute, Based on the Trust Contract ）

M.Toida*, Y.Shiogama*, K.Masumoto *
Y.Suyama*, Y.Abe* and M.Furuichi*

Abstract

For the geological disposal of high level radioactive wastes, after placement of the wastes, it is necessary to close off (to be called ”sealing” hereafter) the underground potential passages (disposal pits, disposal tunnels, main and connecting tunnels and access tunnels) with an effective combination of engineered barriers such as buffers, backfilling materials, plugs and grout. It is necessary to ensure the long-term durability to isolate disposed wastes in the system.

The results of the research works this year are as follows ;

1) Basic data could be measured in the tunnel sealing experiments at URL site for sealing performance as the result of seepage, swelling pressure, evaporation rate and tracer concentration in and around the plug with increase of chamber pressure.

2) The transport properties around the plug could be evaluated based on a comparison between the results of tracer test and numerical analysis.

3) The sealing concept of foreign countries could be reviewed to establish the Japanese sealing concept and to clarify the requirement for sealing technique.

This work was performed by KAJIMA Corporation under contract with Japan Nuclear Cycle Development Agency.

JNC Liaison : Barrier Performance Group, Waste Isolation Research Division, Waste Management and Fuel Cycle Research Center, Tokai Works

* : Kajima Corporation

目　　次

1．はじめに……1
1.1　目　的……1
1.2　研究の範囲……1
1.3　研究の内容……1
1.4　本報告書の構成……2

2．シーリングシステムの考え方の整理……3
2.1　整理の方法……3
2.2　日本における考え方の整理……3
2.2.1　「地層処分研究開発第2次取りまとめ」における考え方……3
2.2.2　「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」における考え方……4
2.3　海外における考え方の整理……5
2.3.1　カナダ……5
2.3.2　アメリカ……6
2.3.3　スエーデン……6
2.3.4　フィンランド……6
2.3.5　スイス……7
2.3.6　フランス……7
2.4　整理結果のまとめ……7
2.5　参考文献……9

3．トンネルシーリング性能試験の整理・評価……27
3.1　トンネルシーリング性能試験の概要……27
3.2　圧入試験……28
3.2.1　昇圧と湧水量の関係……28
3.2.2　昇圧に伴う埋設センサーの応答……29
3.3　蒸発散量計測……31
3.3.1　蒸発散量計測の概要……31
3.3.2　ベンチレーション試験結果および蒸発散量計測結果……32
3.3.3　考察……32
3.4　参考文献……35

４．トレーサー試験の解析的評価……85
4.1　検討方法……85
4.2　解析モデル……85
4.3　感度解析結果……85
4.4　移流分散解析結果……86
4.5　参考文献……88

５．ワークショップ支援……100
5.1　第10回「トンネルシーリング試験」技術調整会議……100
5.1.1　会議概要……100
5.1.2　会議内容……100
5.1.3　会議参加機関……100
5.1.4　検討内容……101
5.2　第11回「トンネルシーリング試験」技術調整会議……102
5.2.1　会議概要……102
5.2.2　会議内容……102
5.2.3　会議参加機関……102
5.2.4　討議内容……103

６．おわりに……110

Appendix
Ⅰ．トンネルシーリング試験全作業内容
Ⅱ．第10回トンネルシーリング試験
　　調整会議でのプレゼンテーション資料

目　　次

図　一　覧

図－２．１　シーリング技術の適用位置 …… 15
図－２．２　シーリング技術の適用位置 …… 16
図－２．３　カナダの処分概念図（縦置き） …… 17
図－２．４　カナダの廃棄体定位置概念図 …… 18
図－２．５　カナダのシーリング技術概念図 …… 19
図－２．６　アメリカ Yucca Mountain サイトのレイアウト …… 20
図－２．７　アメリカ Yucca Mountain サイトにおける人工バリアの構成図 … 21
図－２．８　スエーデンの処分概念図 …… 22
図－２．９　フィンランド Olkiluoto での処分概念図 …… 23
図－２．10　スイスの処分概念図 …… 24
図－２．11　フランスの処分場の概念図 …… 25
図－２．12　フランスの処分レイアウト案 …… 26

図－３．１　トンネルシーリング試験の概要 …… 38
図－３．２　トンネルシーリング試験工程表 …… 39
図－３．３　プラグからの湧水量 …… 40
図－３．４　粘土プラグからの湧水量 …… 41
図－３．５　コンクリートプラグからの湧水 …… 42
図－３．６　圧力計測結果（Ｌ－断面） …… 43
図－３．７　圧力計測結果（Ｍ－断面） …… 44
図－３．８　圧力計測結果（Ｎ－断面） …… 45
図－３．９　圧力計測結果（Ｏ－断面） …… 46
図－３．10　圧力計測結果（Ｐ－断面） …… 47
図－３．11　圧力計測結果（Ｑ－断面） …… 48
図－３．12　圧力計測結果（Ｒ－断面） …… 49
図－３．13　圧力計測結果（Ｓ－断面） …… 50
図－３．14　圧力計測結果（Ｔ－断面） …… 51
図－３．15　Sonic Probe 計測結果 …… 52
図－３．16　粘土プラグ下流面の変位計測結果 …… 53
図－３．17　粘土プラグ加圧面の変位計測結果 …… 54

図－３．18　ピエゾメーター計測結果（粘土プラグ内）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 55
図－３．19　ピエゾメーター計測結果（チャンバー岩盤部）・・・・・・・・・・・・・・・ 56
図－３．20　ピエゾメーター計測結果（チャンバー内）・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
図－３．21　ピエゾメーター計測結果（コンクリートプラグ内）・・・・・・・・・・・ 58
図－３．22　間隙水圧計測結果（HGT－1）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 59
図－３．23　間隙水圧計測結果（HGT－2）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 60
図－３．24　間隙水圧計測結果（HGT－3）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 61
図－３．25　間隙水圧計測結果（HGT－4）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 62
図－３．26　間隙水圧計測結果（HGT－5）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 63
図－３．27　間隙水圧計測結果（HGT－6）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 64
図－３．28　間隙水圧計測結果（HGT－7）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 65
図－３．29　間隙水圧計測結果（HGT－8）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 66
図－３．30　間隙水圧計測結果（HGT－9）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 67
図－３．31　間隙水圧計測結果（HGT－10）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
図－３．32　電気伝導度計測結果（粘土プラグ側）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69
図－３．33　電気伝導度計測結果（コンクリートプラグ側）・・・・・・・・・・・・・・・ 70
図－３．34　ベンチレーション室のレイアウト・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 71
図－３．35　局所蒸発散量計測期間・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 72
図－３．36　ベンチレーション試験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
図－３．37　ベンチレーション試験結果（4Mpa 加圧時）・・・・・・・・・・・・・・・・・ 74
図－３．38　局所蒸発散量計測位置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 75
図－３．39　初期局所蒸発散量計測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 76
図－３．40　第１回局所蒸発散量計測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 77
図－３．41　第２回局所蒸発散量計測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 78
図－３．42　第３回局所蒸発散量計測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 79
図－３．43　第４回局所蒸発散量計測結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 80
図－３．44　局所蒸発散量計測結果のまとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 81
図－３．45　解析加圧ステップ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82
図－３．46　解析結果（圧力分布）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 83
図－３．47　解析結果と実測値の比較・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 84

図－４．１　トレーサー試験結果・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
図－４．２　解析メッシュ及び湧水量比較位置・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92
図－４．３　感度解析結果（1）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 93
図－４．４　感度解析結果（2）・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 94

図－４．５　プラグ湧水量の実測値と計算値の比較 95
図－４．６　移流分散解析における入力条件 96
図－４．７　移流分散解析結果評価位置 97
図－４．８　移流分散解析結果（Case D-1） 98
図－４．９　移流分散解析結果（Case D-2） 99

図－５．１　WIPP 位置図 106
図－５．２　第 10 回技術調整会議議事次第 107
図－５．３　第 11 回技術調整会議及び第 1 回 ENDRESS 会議議事次第 109

目　　次

表　一　覧

表－２．１　シーリングシステムの目的……11
（「地層処分研究開発第２次取りまとめ」より）
表－２．２　シーリングシステムの目的……12
（「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」より）
表－２．３　海外におけるシーリングの考え方のまとめ（1）……13
表－２．４　海外におけるシーリングの考え方のまとめ（2）……14

表－３．１　埋設計器一覧……36
表－３．２　解析物性値一覧……37

表－４．１　解析物性値一覧（感度解析用）……89
表－４．２　解析ケース一覧……90

1．はじめに

1.1 目的

高レベル放射性廃棄物の地層処分においては，廃棄体の定置後，処分のために建設した地下構造物を埋め戻し，プラグ，グラウトといった要素技術により閉鎖し，人工バリアの健全性を保つとともに，廃棄体の隔離性能を長期にわたり確保する必要がある。そこで，わが国の地質環境条件に適応し得るこれら閉鎖システムの確立に資するため，室内試験及び原位置試験を通じてこれらの性能を定量的に評価していくことが必要である。

本年度は，カナダ AECL におけるトンネルシーリング性能試験で昨年度までに実施した 2MPa までの注水圧の試験に引続き，圧力増加後の性能に関する試験を行うことから，取得されるデータおよびトレーサー試験結果のデータの整理，解釈，トレーサー結果の数値解析に関わる技術的検討，評価を実施した。また，シーリングシステム構築のための情報整理を行った。

1.2 研究の範囲

(1)トンネルシーリング性能試験データ解釈

(2)トレーサー試験解析評価

(3)シーリングシステムの考え方の構築

1.3 研究の内容

(1)トンネルシーリング性能試験データ解釈

カナダの AECL とサイクル機構との共同研究として AECL の地下研究施設において実施しているトンネルシーリング性能試験は，昨年度注入圧 2MPa による注入試験が実施され，定常注入圧状態でのトレーサー試験も行われ，シーリング性能に関する基礎データが取得された。

引き続き本年度内には注入圧をさらに上昇させる試験，圧力上昇後のトレーサー試験，蒸発量測定を実施した。注入圧上昇中及び 4MPa に上昇後のプラグからの湧水量の変化，粘土プラグの挙動（膨潤圧，飽和度，含水比，変位），周辺岩盤内の水理環境の変化（プラグ近傍と坑道周辺の間隙水圧）に着目した整理を行い，これまで取得されたデータとの比較からプラグ及び周辺岩盤の挙動を把握した。4MPa に上昇後のトレーサー試験結果に関しては，(2)で実施する解析結果と合わせて検討した。蒸発散量計測については，これまで昇圧前と 800kPa 加圧時において計測を行っており，これらの結果と今回 4MPa 昇圧時の計測結果の比較を行った。以上の整理，検討結果から動水勾配の違いによる粘土プラグの性能を評価した。

また，評価結果に基づき，共同研究としての技術調整会議に関わる資料作成，さらに

報告を行った。

(2)トレーサー試験解析評価

トンネルシーリング性能試験では，プラグ周辺における浸透経路を把握するため，トレーサー試験を実施している。

本年度はさらに注入圧を上昇させたことに応じて，試験手順に合致したモデルに基づき浸透流解析，移流分散解析を行った。その結果と実測の湧水量，間隙水圧分布，トレーサーのブレークスルーカーブとの比較を行い，実測値と最も良く一致するモデルを求め，今回構築したシーリングシステムの性能に関する評価を実施した。

また，評価結果に基づき，技術検討会議に関わる資料作成，さらに報告を行った。

(3)シーリングシステムの考え方の構築

日本におけるシーリングシステムの構築のためには，諸外国におけるシーリングシステムの考え方，日本の地質環境条件および安全評価手法を考慮し，シーリングの要素技術の機能を明らかにし，その性能を示すことが必要となる。

本年度はシーリングシステムの構築の具体的な検討を行うための準備として，これまでに示されている日本や海外の機関のシーリングシステムの考え方に関する情報整理を行った。海外の調査対象国としては，カナダ，アメリカ，スウェーデン，フィンランド，スイス，フランスとし，整理方法としては，1) シーリングの目的，2) 選択されている要素技術，3) 各技術の適用位置，4) 各技術に期待される機能，5) 各技術に要求される性能，とした。

1.4 本報告書の構成

本報告書の構成として，第 2 章に前項(3)に相当する「シーリングシステムの考え方の整理」を，第 3 章に前項(1)に相当する「トンネルシーリング性能試験の整理・評価」を，第 4 章に前項(2)に相当する「トレーサー試験の解析的評価」を配した。また，第 5 章には，2001 年に２回実施された技術調整会議の報告として「ワークショップ支援」を設けた。

2．シーリングシステムの考え方の整理

2.1 整理の方法

日本の地質環境に応じたシーリングシステムの考え方，システム自体の構築を行う前段階として，これまでに示されている日本や海外の機関のシーリングシステムの考え方に関する情報整理を行った。日本においては，核燃料サイクル開発機構の「地層処分研究開発第 2 次取りまとめ」[1)]と(財)電力中央研究所及び電気事業連合会の「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」（概要版）[2)]を対象とした。海外の調査対象国としては，カナダ，アメリカ，スウェーデン，フィンランド，スイス，フランスとした。入手可能な情報を基に，1) シーリングの目的，2) 選択されている要素技術，3) 各技術の適用位置，4) 各技術に期待される機能，5) 各技術に要求される性能，について整理を行った。

2.2 日本における考え方の整理

2.2.1 「地層処分研究開発第 2 次取りまとめ」[1)~3)]における考え方

核燃料サイクル開発機構の「地層処分研究開発第 2 次取りまとめ」において，坑道の埋め戻しに関して以下のような記載がなされている。

廃棄体，緩衝材等を搬入，定置するために地下深部に掘削された坑道をそのまま放置しておく場合，

・処分場に求められるバリア機能に有意な影響（地圧による坑道の力学的安定性の減少，坑道そのものが地下水の卓越した流路になること）を及ぼす可能性がある。

・地下施設と生態圏を直結する通路になることや不用意に人間が接近する可能性がある。

この処分システム全体性能に影響を与える要因を排除するため，坑道を適切に処置しておく必要ある。（分冊２，Ⅳ-321）

この処置方法として，埋め戻しを基本とし，これにプラグ，グラウトを組み合わせるとしている。表-2.1 に各々のシーリング技術の目的とその設置位置を示す。また，図-2.1 には概念図を示す。

埋め戻し材の材料には，坑道内の地下水流動を低減するため，ずりにベントナイトを混合した材料を想定している。プラグについては，止水性能が要求されるプラグには埋め戻し材よりベントナイト混入率が高く乾燥密度の大きい材料を，力学的性能が要求されるプラグにはコンクリートを用いるとしている。また，「掘削影響領域内の亀裂は不連続で，処分坑道内に適宜プラグが設けられると考えられることから処分坑道方向の卓越的透水経路となるとは考えにくい」（分冊３，付録 C-9）という記載があり，プラグに坑道軸方向のゆるみの連続を寸断する役割を期待していることが分かるが，どの程度の性能が必要かは記載されていない。グラウトについては，湧水量の多い部分に対して

建設，操業時の短期的止水を目的とした工法として用いられる場合と，長期的にバリア性能の低下を防ぐために用いられる場合が想定されている。一時的に止水したとしても，長期的においては湧水量の多い亀裂部が水みちになり緩衝材や埋め戻し材が流出することによりバリア性能が低下するため，長期に変質の少ない粘土を使ったプラグ，グラウトで止水をする必要があるとしている。（分冊２，Ⅴ-67）

各技術について安全評価に基づく具体的な設計は行っていない。この理由としては，坑道の閉鎖性能が安全評価に影響を与えないという評価結果に基づくものである。安全評価におけるシーリングの感度解析としては，変動シナリオの一つとしてシーリングミスがあった場合を想定した解析結果がそれに相当する。（分冊３，Ⅵ-104）これによれば，シーリングが不十分であることの影響は，緩衝材外側での地下水流量の増加と,人工バリアから放出された核種が坑道に沿って遅延効果なく生態圏へ至るということにより設定できるとしている。ただし，この結論は，その他のレファレンスケースと同じ設定で計算を行った結果である。

2.2.2 「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」[4]における考え方

(財)電力中央研究所及び電気事業連合会の「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術」（概要版）において，埋め戻しの定義に関して以下の記載がある。

「操業から閉鎖に移行するために，処分坑道，主要坑道，立坑や斜坑などを埋め戻すこと。」

目的は掘削により乱された領域を本来の岩盤特性に極力戻すことであり，要件としては，透水性，膨潤性，力学特性，化学特性等が挙げられており，中でも低い透水性が重要であるとしている。この埋め戻し方法としては，核燃料サイクル開発機構の「地層処分研究開発第 2 次取りまとめ」と同じく，埋め戻し，プラグ，グラウトを要素技術としている。表-2.2 に各々の要素技術の目的とその設置位置を示す。また，図-2.2 には概念図を示す。

各々の仕様は母岩の透水係数を 10^{-8}m/s として，それに近づけるよう設定されている。埋め戻し材の仕様は，坑道下部埋め戻し材には，力学特性も考慮に入れベントナイト：20%，砂：20%，礫：60%，坑道上部埋め戻し材には，天盤部の空隙を膨潤により塞ぐためベントナイト：50%，砂：20%，礫：30%，が例として示されている。プラグの要求性能である止水性能に対しては高圧縮ベントナイトを部材として用いることで，強度性能についてはコンクリートと岩石ブロックを部材として用い，両者を組み合わせることで対応するとしている。止水性能の目標である周辺母岩の透水係数を満たすための仕様として，ベントナイト（クニゲル V1 相当）80%，珪砂 20%，初期乾燥密度 1.8g/cm^3 が挙げられている。グラウトについては，核種移行の経路となるゆるみ域や破砕帯の透水性改良を目的としたグラウトが考えられるとしながらも，その長期耐久性

が明らかになっていないとして，施工，操業時の止水グラウトに対する仕様のみを挙げている。

2.3 海外における考え方の整理

カナダ，アメリカ，スウェーデン，フィンランド，スイス，フランス，各国についてのシーリングについての考え方をまとめたものを表-2.3 と表-2.4 に示す。国ごとに「埋め戻し」,「プラグ」，「グラウト」の要素技術について整理を行うと共に，「処分坑道の処理」を 1 項目加えている。埋め戻しには処分坑道と周辺トンネル（主要坑道，連絡坑道，アクセス坑道）の区別はないが，横置きの概念の場合，処分坑道自体に廃棄体を設置するため，処分坑道の埋め戻しの一部または全部が緩衝材となる場合がある。この時，埋め戻しは人工バリアの一部となり，周辺トンネルの埋め戻し以上に安全評価上重要な位置付けとなる。そのため，整理の仕方として，処分坑道の処置の仕方についての項目を加えている。そのため「埋め戻し」には処分坑道以外の周辺トンネルにおける処置の仕方を示す。表では,以上の各要素技術について，1) 要素技術，2) 設置位置，3) 材料，4) 期待性能，5) 要求性能（具体的数値があればその値），について示した。

2.3.1 カナダ [5)~8)]

カナダの AECL で検討された処分概念を図-2.3 に示す [5)]。この図では縦置き（in-borehole emplacement）の例を示すが，廃棄体を坑道内に定置する方法 [6)]（横置き，in-room emplacement）もある。図-2.4 の上の図は縦置きの概念図，下の図は横置きの概念図を示す。カナダの緩衝材の標準材料は Na 型ベントナイト(50%)と珪砂(50%)の混合物であり，この材料で 10^{-11}m/s 以下の透水係数を得ることができる [7)]。埋め戻し材については，処分坑道底部に現地締め固め，もしくは締め固めブロックとして設置する高密度埋め戻し材（Dense Backfill）と天盤付近の隙間に吹き付けで充填させる低密度埋め戻し材（Light Backfill）がある。高密度埋め戻し材は，特に縦置きにおいて上方への緩衝材のはらみ出しを抑制するため，氷河期粘土（glacial lake clay）25%とずり花崗岩 75%を混合した乾燥密度 2.1g/cm^3 以上のものを用いるとしている。低密度埋め戻し材は，Na 型ベントナイト(50%)と珪砂(50%)の混合物を吹き付けることが考えられている。また，横置きに関しては，廃棄体間に締め固めベントナイトブロックを設置することにより廃棄体間の隔離を行う。

処分坑道以外の部分のシーリングの設置概念を図-2.5 に示す [8)]。処分に使用された坑道は高密度埋め戻し材と低密度埋め戻し材によって埋め戻され，立坑は全て高密度埋め戻し材を使って埋め戻す。プラグは処分坑道の坑口や立坑，破砕帯との交差部といった処分場の中で重要な位置に設置される。プラグの材料には低発熱高流動コンクリート（LHHP Concrete）が用いられるが，必要に応じて複合的に止水のための締め固めベ

ントナイトブロックやその周辺部へのグラウトを併用する[9]。

2.3.2 アメリカ[10),11)]

アメリカの Yucca Mountain における埋め戻しの考え方について整理する。図-2.6 には計画されている処分場地下レイアウトを示す[10]。このサイトは不飽和帯に位置しており，人工バリアにおいても廃棄体を水から隔離するための構造（Drip Shield 等）が適用されている（図-2.7）。廃棄体の定置方法は横置きに相当する。現在の概念設計では，処分坑道は廃棄体定置後も埋め戻さないとしており，それ以外の坑道については，地表と処分区画への空気の移動を防ぐことと人間侵入を防ぐことを目的に埋め戻すとしている。しかし処分坑道を埋め戻すというオプションも残している。

斜坑や立坑の埋め戻しの材料としては，周辺岩盤と同程度の透水性があることが必要とされ，材料として破砕凝灰岩，ベントナイト，ベントナイト（5-10%）-砂混合土が挙げられている[11]。プラグには高強度，低透水性，長期耐久性をもつコンクリートが想定されており，材料の検討がなされている[11]。グラウトは亀裂や岩盤と人工バリアとの境界部へのシーリングのために用いられ，セメントグラウトやベントナイトグラウトの適用が検討されている[11]。

2.3.3 スウェーデン[12)~15)]

スウェーデンの KSB-3 タイプの処分概念を図-2.8 に示す[12),13)]。この概念では，廃棄体は縦置きの定置方法である。緩衝材に必要とされる仕様としては[13)]，長期化学的安定性，10^{-11}m/s 以下の低透水性，1MPa 以上の膨潤圧であり，標準材料としては MX-80 Na 型ベントナイト(100%)が考えられている。埋め戻し材の基準は[13)]，長期化学的安定性，10^{-10}m/s 以下の低透水性，0.1MPa 以上の膨潤圧であり，現在の標準材料は MX-80 Na 型ベントナイト(70%)と岩ずり(30%)の混合物である。プラグには暫定プラグと恒久プラグが想定されている[12)]。暫定プラグについては，処分坑道の坑口に設置され，コンクリートを材料として想定している。恒久プラグについては，操業時に使用した坑道や周辺のゆるみ部が卓越した透水経路になることを防ぐために必要であり，影響度に関する研究がなされている[14),15)]が，設計基準は詳細なサイト特性調査によるデータが蓄積されてから決定するとしている。

2.3.4 フィンランド[16)~20)]

フィンランドの Posiva が Olkiluoto で建設を予定している処分場の概念の一つを図-2.9 に示す[16),17),18)]。この概念では，廃棄体の定置方法は，スウェーデンと同じ KBS-3 タイプの縦置きである。緩衝材の材料としては，MX-80 Na 型ベントナイト(100%)を中心に検討中である。埋め戻し材には MX-80 Na 型ベントナイト(10~30%)と岩ずりの

混合物を現地で締め固めることが想定されている。しかし，処分場建設時や将来において地下水の塩分濃度がさらに高くなる可能性があることから，より膨潤性に富む材料（Finland 粘土）への変更もオプションとして検討している [19]。プラグに関しては操業中のみの短期プラグに関してはコンクリート材料が検討されており，長期プラグについては，締め固めベントナイトブロックを用いることが検討されている [20]。

2.3.5 スイス [17),21),22)]

スイスの Nagra で検討された処分概念の一つを図-2.10 に示す [17),21)]。この概念では，廃棄体の定置方法は横置きに相当する。キャニスターや緩衝材の厚さが比較的大きいのが特徴的である。また，Opalinus Clay における処分場レイアウトについての検討も行っている [22)]。

廃棄体下部の緩衝材は締め固めベントナイトブロックであり，廃棄体と共に定置位置まで搬送車により運ばれてくる。定置された後，廃棄体周りは粒状ベントナイトで吹き付けられる。処分坑道の坑口にはコンクリートのプラグが設置されるとしている [22)]。

2.3.6 フランス [23)]

フランスの放射性廃棄物は，長寿命で中レベルのカテゴリーB，長寿命で発熱が大きい高レベルのカテゴリーC，使用済み燃料（UOX，MOX）に分けられる。これらは各々，別の区画での処分が考えられている [23)]（図-2.11）。

フランスの処分オプションは現在多くのケースが想定されている。図-2.12 にはカテゴリーC と UOX の処分概念の一例を示す。埋め戻しに関しては，いずれも場合も処分坑道の坑口にはプラグが設置され，周辺坑道，立坑も埋め戻し材により埋め戻されるとしている。

2.4 整理結果のまとめ

日本や海外の機関のシーリングシステムの考え方に関する情報整理を行った。その結果を以下にまとめる。

(1) 処分坑道の処置に関しては，アメリカにおいて処分坑道の埋め戻しが現在考えられていない他は，廃棄体縦置きの場合，膨潤性の埋め戻し材で埋め戻す，横置きの場合，緩衝材を主体に埋め戻す，というレイアウトが基本であった。また，処分坑道の坑口にはプラグを設置する場合が多い。

(2) 周辺坑道へは，粘土を含む材料で埋め戻しを行い，プラグを安全評価上重要な部位に設置し，グラウトを併用するという考え方が多い。グラウトに関しては今回あまり多くの情報が得られなかった。

(3) 各要素技術の要求機能については，周辺岩盤程度という表現が多かった。現状では，

性能評価に基づいて具体的な仕様が決定されているわけではない。

今回十分な情報が得られなかった範囲，特にグラウトに関する部分に関しては，さらに細かい文献等の調査を行う必要がある。

2.5 参考文献

1) 核燃料サイクル開発機構, “わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第 2 次取りまとめ：分冊 1”, JNC TN 99-021 (1999)
2) 核燃料サイクル開発機構, “わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第 2 次取りまとめ：分冊 2”, JNC TN 99-022 (1999)
3) 核燃料サイクル開発機構, “わが国における高レベル放射性廃棄物地層処分の技術的信頼性-地層処分研究開発第 2 次取りまとめ：分冊３“, JNC TN 99-023 (1999)
4) 電力中央研究所・電気事業連合会, 高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術 (1999)
5) Simmons, G.R. and P. Baumgartner, ”The disposal of Canada’s nuclear fuel waste: Engineering for a disposal facility”： AECL Report No. AECL-10715, COG-93-5（1994）
6) Baumgartner, P., D.M. Bilinsky, Y. Ates, R.S. Read, J.L. Crosthwaite and D.A. Dixon, “Engineering for a disposal facility using the in-room emplacement method”： AECL Report No. AECL-11595, COG-96-223（1996）
7) Dixon, D.A., M.N. Gray, S.C.H. Cheung and B.C. Davidson, ”The hydraulic conductivity of dense clay soils”： In Geotechnique in Resource Development, Proc. 40th Canadian Geotechnical Conference, Regina, Saskatchewan, 389-396（1987）
8) AECL, ”Environmental impact statement of the concept for disposal of Canada’s nuclear fuel waste”：AECL Report No. AECL-10711, COG-93-1（1994）
9) Johnson, L.H., J.C. Tait, D.W., Shoesmith, J.L. Crosthwaite and M.N. Gray, ”The disposal of Canada’s nuclear fuel waste: Engineered barriers alternatives”： AECL Report No. AECL-10718, COG-93-8（1994）
10) USDOE/OCRWM, Yucca Mountain Science and Engineering Report: “Technical information supporting site recommendation consideration”： Report No. DOE/RW-0539（2001）
11) CRWMS M&O, Closure Seal Materials and Configuration：”TDR-SCS-MG-000001 REV 00. Las Vegas, Nevada”: CRWMS M&O. ACC: MOL.20000124.0136（2000）
12) SKB, RD&D-programme 98. “Treatment and final disposal of nuclear waste.”： Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company. （1998）

13) SKB, “Deep repository for spent nuclear fuel： SR-97 – Post-closure safety.” Main Report - Volume I. Technical report TR-99-06, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company（1999）

14) Hökmark, H., ”Plug design – Numerical study of rock mechanical conditions： PR 44-94-024”, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company（1994）

15) Hökmark, H., ”Numerical tunnel plug study”： PR D-96-007, Swedish Nuclear Fuel and Waste Management Company（1996）

16) Johansson, E., R. Riekkola, Salo, J.-P., Anttila, P., “State-of-the-art – Nuclear waste repository projects and rock mechanics in Finnish program”： In Proc. Int. Workshop on the Rock Mechanics of Nuclear Waste Repositories, Vail, Colorado, June 5 – 6, American Rock Mechanics Association （1999）

17) Grupa, J.B., D.H. Dodd, J.-M. Hoorelbeke, B. Mouroux, J.M. Potier, J. Ziegenhagen, J.L. Santiago, J. Alonso, J.J. Fernández, P. Zuidema, I.G. Crossland, B. McKirdy, J. Vrijen, J.Vira, G. Volckaert, T. Papp and C. Svemar, “Concerted action on the retrievability of long-lived radioactive waste in deep underground repositories.”： European Commission Nuclear Science and Technology Report EUR 19145 EN.

18) Vieno, T. and H. Nordman, “Safety assessment of spent fuel disposal in Hästholmen, Kivetty, Olkiluoto and Romuvaara”： Tila 99. Helsinki. Posiva 99-07（1999）

19) Vieno, T., “Groundwater salinity at Olkiluoto and its effects on a spent fuel repository”： Posiva report 2000-11（2000）

20) Riekkola, R., “Technical design of the HLW-Repository and applications of civil engineering and mining technology in Finland： In Proc. 2nd Int. Workshop on Geomechanics of Nuclear Waste Repositories”, Seattle, Washington, July 29, American Rock Mec hanics Association（2000）

21) McKinley, I.G. and C. McCombie, “High-level radioactive waste management in Switzerland”: Background and status 1995： Geological Problems in Radioactive Waste Isolation, Second Worldwide Review, Lawrence Berkeley National Laboratory Report LBNL-38915, UC-814, pp. 223-231（1996）

22) Nold, A.L., “The Swiss HLW/ILW repository in Opalinus Clay – Programme, layout and emplacement of spent fuel canisters”： In DisTec 2000 – International Conf. on Radioactive Waste Disposal, Berlin（2000）

23) ANDRA, “Geological Disposal of High Level Waste”： Final Report（2001）

表- 2. 1 シーリングシステムの目的
（地層処分研究開発第2次取りまとめ[1)]」を基に表として整理した）

			位置	目的
建設に使われた坑道やその周辺の影響領域	**埋め戻し**	埋め戻し材	全坑道	埋め戻し部が卓越した透水経路になることを防ぐ
				坑道周辺岩盤の長期間における変形，ゆるみ域の拡大を防ぐ
				処分場内への人間の侵入を防ぐ
	プラグ	コンクリートプラグ(1)	地表坑口	処分場内への人間の侵入を防ぐ
		コンクリートプラグ(2)	処分坑道の両端部	処分坑道からの緩衝材・埋め戻し材の膨出を防ぐ
				処分坑道内への人間の侵入を防ぐ
		粘土プラグ(1)	適宜（アクセス坑道基部）	坑道，ゆるみ域の寸断
	グラウト	グラウト(1)	粘土プラグの周囲	ゆるみ域の寸断
建設に使われた坑道と交差する断層	**プラグ**	粘土プラグ(2)	断層を挟み込む位置	断層の隔離（坑道の寸断，ゆるみ域の寸断）
				断層からの埋め戻し材の流出時における影響範囲の限定
	グラウト	グラウト(2)	断層部	断層からの埋め戻し材の流出防止
			粘土プラグの周囲	ゆるみ域の寸断
			粘土プラグに挟まれた影響領域	ゆるみ域の止水

表-2.2 シーリングシステムの目的
（高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術[4]」を基に表として整理した）

			位置	目的
建設に使われた坑道やその周辺の影響領域	**埋め戻し**	埋め戻し材	全坑道	埋め戻し部が卓越した透水経路になることを防ぐ
				坑道周辺岩盤の長期間における変形，ゆるみ域の拡大を防ぐ
				処分場内への人間の侵入を防ぐ
	プラグ	コンクリートプラグ(1)	地表坑口	処分場内への人間の侵入を防ぐ
		コンクリートプラグ(2)	処分坑道の両端部	処分坑道からの緩衝材・埋め戻し材の膨出を防ぐ
				処分坑道内への人間の侵入を防ぐ
		粘土プラグ(1)	主要坑道と連絡坑道，主要坑道どうしの交差部	各パネル毎の水理的分断
		複合プラグ(1)	アクセス坑道基部	坑道，ゆるみ域の寸断
				アクセス坑道内の埋め戻し材の自重による主要坑道への押し出しの制御
		複合プラグ(2)	アクセス坑道中間部	坑道，ゆるみ域の寸断
				アクセス坑道内の埋め戻し材の膨潤移動，自重沈下の制御
	グラウト	グラウト(1)	粘土プラグの周囲	ゆるみ域の寸断
建設に使われた坑道と交差する断層	**プラグ**	粘土プラグ(2)	断層を挟み込む位置	断層の隔離（坑道の寸断，ゆるみ域の寸断）
				断層からの埋め戻し材の流出時における影響範囲の限定
	グラウト	グラウト(2)	断層部	断層からの埋め戻し材の流出防止
			粘土プラグの周囲	ゆるみ域の寸断
			粘土プラグに挟まれた影響領域	ゆるみ域の止水
堆積岩の地層境界部	**プラグ**	複合プラグ(3)	地層境界部を挟み込む位置	高透水部になる地層境界部の隔離（坑道の寸断，ゆるみ域の寸断）

表-2.3 海外におけるシーリングの考え方のまとめ (1)

カナダ

		要素技術	設置位置	材料	期待性能	要求性能 基準値)
処分坑道の処置	縦置き	緩衝材 締め固めブロック)	廃棄体周り	Na型ベントナイト(50%)+珪砂(50%)	核種の遅延効果	10^{-11}m/s以下の透水係数
		高密度埋め戻し材(現地締め固め)	処分坑道下部	氷河湖粘土(25%)+ずり花崗岩(75%)	緩衝材に対する反力	10^{-10}m/s以下の透水係数
		低密度埋め戻し材 吹き付け)	処分坑道上部	Na型ベントナイト(50%)+珪砂(50%)	隙間の充填,核種の遅延効果	10^{-10}m/s以下の透水係数
	横置き	緩衝材 締め固めブロック)	廃棄体周り	Na型ベントナイト+珪砂	核種の遅延効果	10^{-11}m/s以下の透水係数
		高密度埋め戻し材 締め固めブロッ	緩衝材周り	氷河期粘土+ずり花崗岩	緩衝材に対する反力	10^{-10}m/s以下の透水係数
		低密度埋め戻し材 吹き付け)	処分坑道上部	Na型ベントナイト+珪砂	隙間の充填,核種の遅延効果	10^{-10}m/s以下の透水係数
		底盤コンクリート	処分坑道下部	LHHPコンクリート	定置のし易さ	
		粘土プラグ 締め固めブロック)	廃棄体間	Na型ベントナイト+珪砂	核種の遅延効果	
埋め戻し		高密度埋め戻し材(現地締め固め)	主要,連絡坑道	氷河湖粘土(25%)+ずり花崗岩(75%)	核種の遅延効果	
		低密度埋め戻し材 吹き付け)	主要,連絡坑道	Na型ベントナイト(50%)+珪砂(50%)	隙間の充填,核種の遅延効果	
		高密度埋め戻し材(現地締め固め)	立坑	氷河湖粘土(25%)+ずり花崗岩(75%)	核種の遅延効果	
		コンクリート,粘土材料埋め戻し	調査ボーリング	LHHPコンクリート,Naベントナイト(50%)+珪砂(50%)	ボーリング孔沿いの水みちの連続性をなくす	
プラグ		コンクリートプラグ	処分坑道坑口	LHHPコンクリート	埋め戻し材の流出防止,核種遅延	
		コンクリート,粘土プラグ	立坑	LHHPコンクリート,Naベントナイト(50%)+珪砂(50%)	核種の遅延効果	
		コンクリート,粘土プラグ	破砕帯	LHHPコンクリート,Naベントナイト(50%)+珪砂(50%)	核種の遅延効果	
		鉄筋コンクリートプラグ	立坑坑口	LHHPコンクリート	人間進入を防ぐ	
グラウト		セメントグラウト	コンクリートプラグ周辺	LHHPコンクリート	埋め戻し材の流出防止,核種遅延	
		グラウト	破砕帯	セメント系,粘土系	核種の遅延効果	10^{-8}m/sまで有効

アメリカ (MP)

	要素技術	設置位置	材料	期待性能	要求性能 基準値)
処分坑道の処置	埋め戻しをしない 検討はしている)				
埋め戻し	埋め戻し材 吹き付け)	アクセス斜坑	破砕凝灰岩/ベントナイト/ ベントナイト(5-10%)砂混合土	湧水を含む湿度の処分坑道内への進入を防ぐ 人間進入を防ぐ	周囲の岩盤と同程度の 透水性(10^{-6}〜10^{-9}m/s)
	埋め戻し材 Galloway stageから投入	立坑			
プラグ	コンクリート,粘土プラグ	アクセス斜坑	コンクリート ベントナイト(5-10%)砂混合土	湧水を含む湿度の処分坑道内への進入を防ぐ 人間進入を防ぐ	高強度 低透水 長期耐久性
		立坑			
	コンクリートプラグ	立坑坑口			
グラウト	粘土,セメントグラウト	破砕帯	ベントナイト,セメント	湧水を含む湿度の処分坑道内への進入を防ぐ	
		プラグ,埋め戻し材と岩盤との境界			
	ベントナイトグラウト	ボーリング孔	ベントナイト		

スウェーデン

	要素技術	設置位置	材料	期待性能	要求性能 基準値)
処分坑道の処置	緩衝材 締め固めブロック)	廃棄体周り	100%MX-80 Na型-ベントナイト	キャニスターの防護 核種への遅延効果 核種の吸着 コロイドのろ過 キャニスター内部のガスの放出 熱の効率的発散	長期化学的安定性 低透水性 (10^{-11}m/s) 1MPaの膨潤圧
	埋め戻し材(現地締め固め)	処分坑道	100%MX-80 Na型-ベントナイト(30%)+岩ずり(70%)	トンネルの力学的安定 緩衝材に対する反力 坑道周辺の地下水流動の制限	長期化学的安定性 低透水性 (10^{-10}m/s以下) 0.1MPa以上の膨潤圧
埋め戻し	埋め戻し材(現地締め固め)	その他の坑道	100%MX-80 Na型-ベントナイト(30%)+岩ずり(70%)	トンネルの力学的安定 緩衝材に対する反力 坑道周辺の地下水流動の制限	長期化学的安定性 低透水性 (10^{-10}m/s以下) 0.1MPa以上の膨潤圧
		立坑			
プラグ	暫定プラグ	処分坑道坑口	コンクリート, 岩盤とのインターフェースにベントナイトシール	処分坑道と操業区画との隔離 緩衝材,埋め戻し材の流出防止	短期的止水性 短期的耐圧性
	恒久プラグ	坑道	検討中 (ベントナイト,コンクリート)	操業時の坑道が卓越した 透水経路になることを防ぐ	低透水性
		立坑			
		破砕帯		破砕帯の隔離	
	ベントナイトプラグ	調査ボーリング孔	ベントナイト	ボーリング孔沿いの水の移行を防ぐ	
グラウト	グラウト	破砕帯	検討中		

表-2.4 海外におけるシーリングの考え方のまとめ (2)

フィンランド

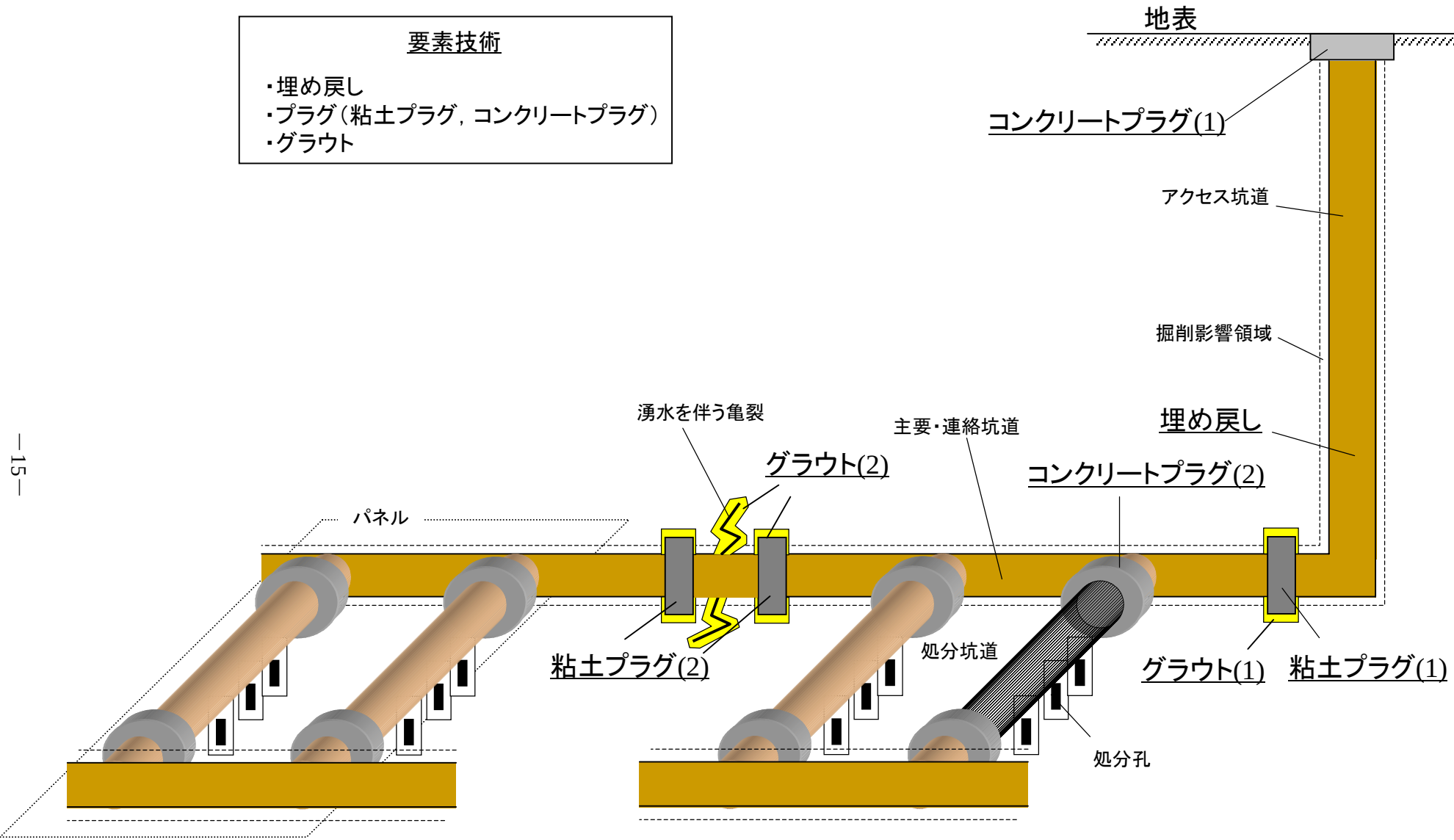
	要素技術	設置位置	材料	期待性能	要求性能 基準値)
処分坑道の処置	緩衝材 締め固めブロック)	廃棄体周り	100%MX-80 Na-ベントナイト/ Na型モンモリロナイト+CaCO3/CaSO4(検討中)	核種の遅延効果	低透水性 化学的安定性
	埋め戻し材 現地締め固め/ 締め固めブロック)	処分坑道	岩ずり+ベントナイト (10～30%)/ Friendland 粘土 粘土含有率90%, 内50%が膨潤性に富む粘土)/ 岩ずり+締め固めベントナイトブロック	核種の遅延効果	低透水性 膨潤性 特に高塩分濃度下)
埋め戻し	埋め戻し材 現地締め固め/ 締め固めブロック)	その他の坑道 立坑	岩ずり+ベントナイト (10～30%)/ Friendland 粘土 粘土含有率90%, 内50%が膨潤性に富む粘土)/ 岩ずり+締め固めベントナイトブロック	核種の遅延効果	低透水性 膨潤性 特に高塩分濃度下)
プラグ	短期プラグ	処分坑道坑口	コンクリート	坑道内の地下水の移動を防ぐ 人間進入を防ぐ	低透水性
	長期プラグ	坑道 立坑	締め固めベントナイトブロック		
グラウト	今回調査では該当資料なし				

スイス

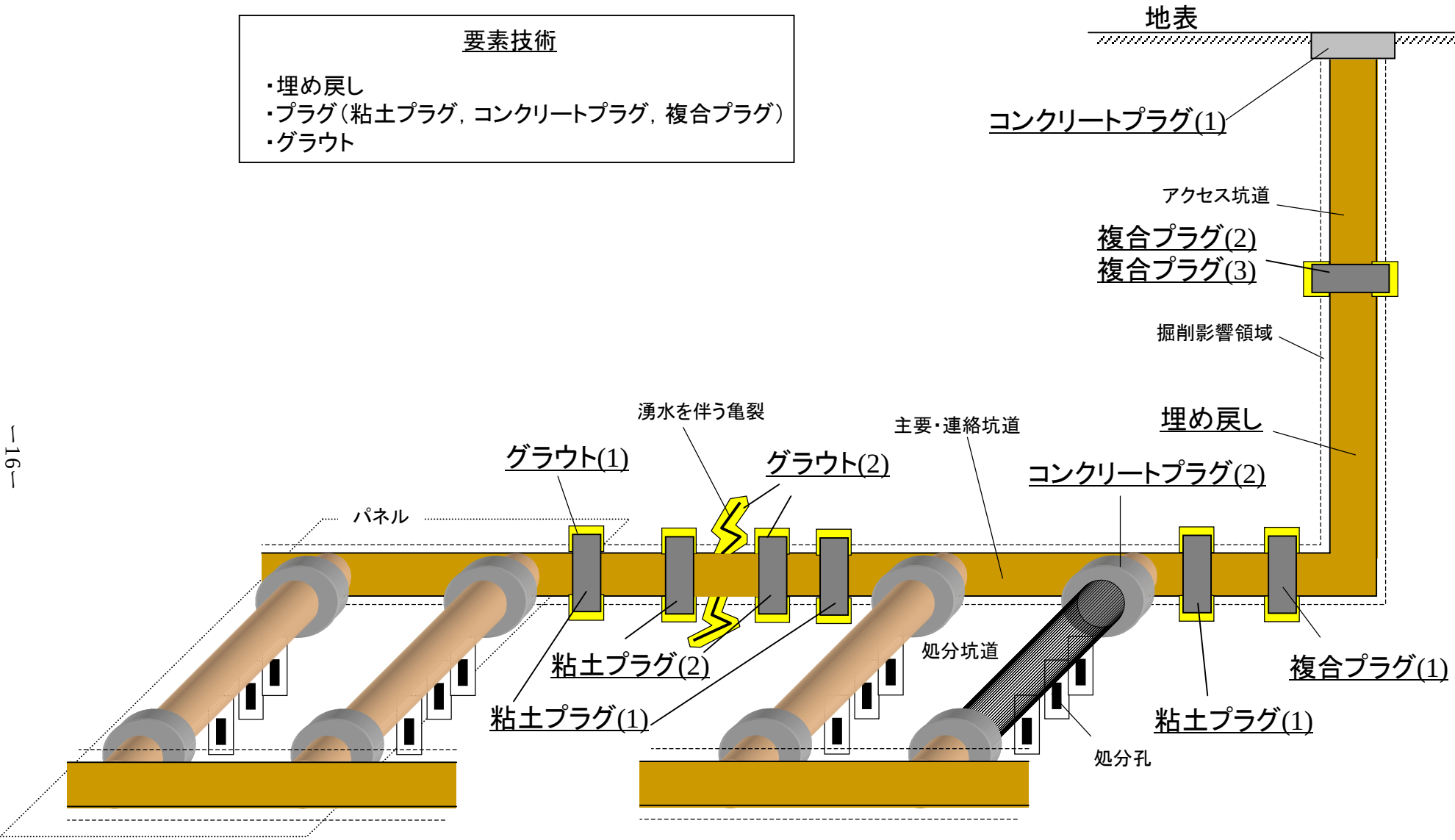
	要素技術	設置位置	材料	期待性能	要求性能 基準値)
処分坑道の処置	埋め戻し材 (≒緩衝材)	廃棄体下部	締め固めベントナイトブロック	廃棄物下部の支持, 定位置までの搬入 核種の遅延効果	低透水性 安定した化学特性 物理的自己修復性
		廃棄体周り	粒状ベントナイト 吹き付け)	空洞充填 核種の遅延効果	
埋め戻し	今回調査では該当資料なし	坑道 立坑			
プラグ	コンクリートプラグ	処分坑道坑口	コンクリート	埋め戻し材流出防止	
グラウト	今回調査では該当資料なし				

フランス

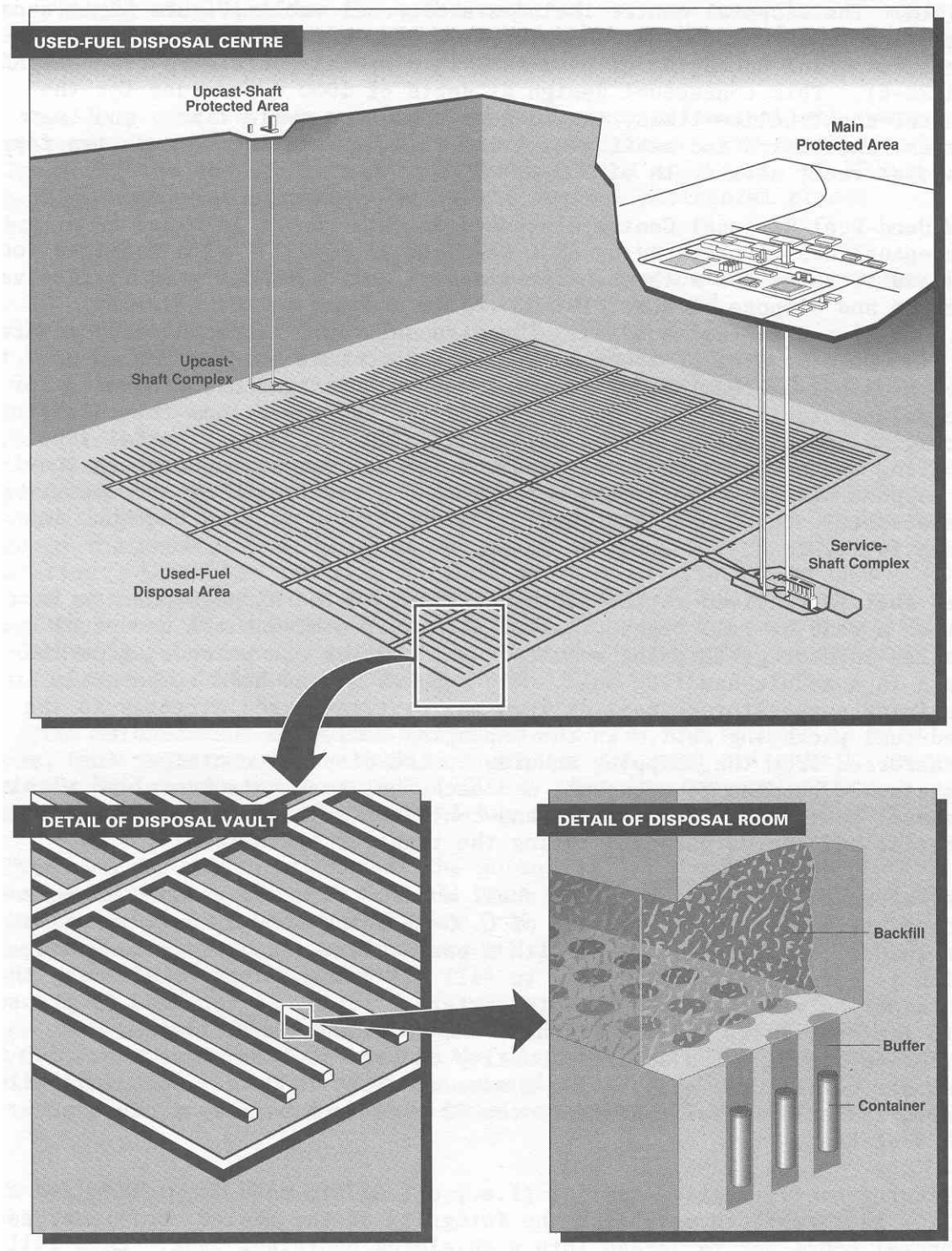
		要素技術	設置位置	材料	期待性能	要求性能 基準値)
処分坑道の処置	カテゴリー C	緩衝材 締め固めブロック)	廃棄体周り	ベントナイト	長期にわたる物理的, 化学的安定 核種の遅延効果	
	カテゴリー B	コンクリート/粘土埋め戻し	廃棄体周り	コンクリート, ベントナイト		
埋め戻し		今回調査では該当資料なし	坑道 立坑			
プラグ		操業時プラグ	処分坑道坑口	コンクリート	操業中の再取出しを可能にする	
		長期プラグ	処分坑道坑口	ベントナイト, コンクリート	長期隔離	
グラウト		今回調査では該当資料なし				



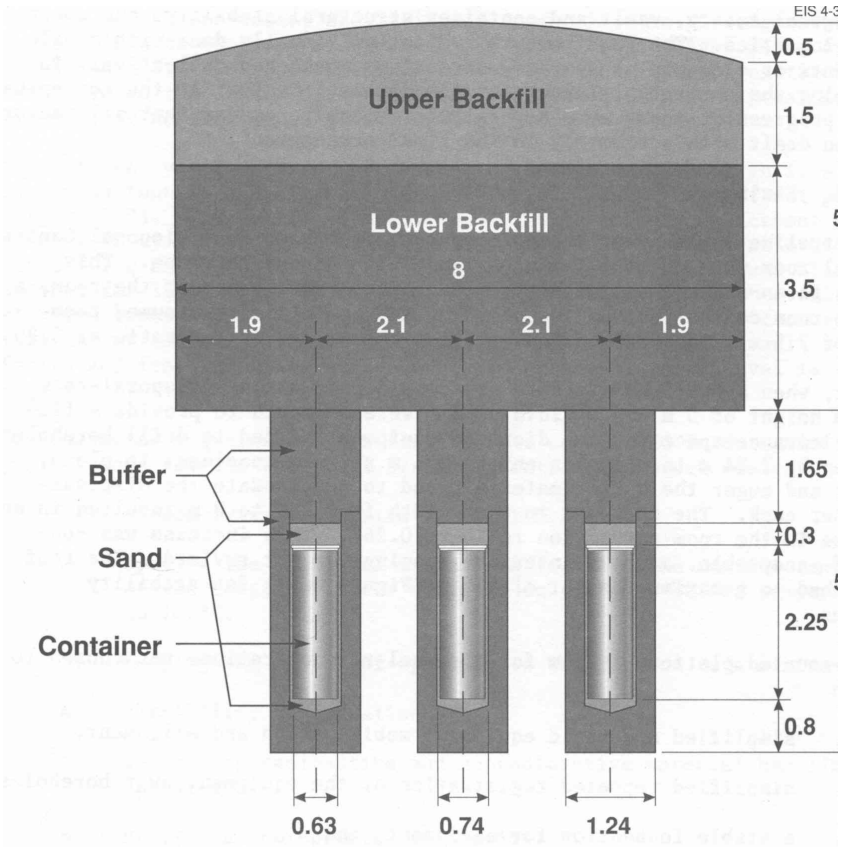
図－2．1　シーリング技術の適用位置
（「地層処分研究開発第2次取りまとめ[1)]」の考え方を図示化したもの）

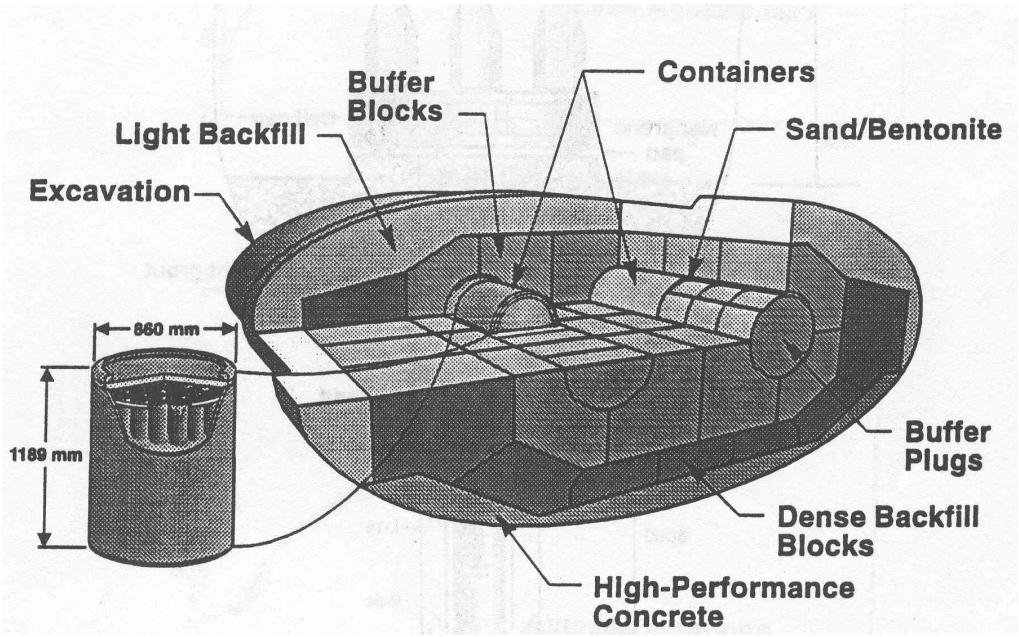


図－2．2　シーリング技術の適用位置
（「高レベル放射性廃棄物地層処分の事業化技術[2)]」の考え方を図示化したもの）

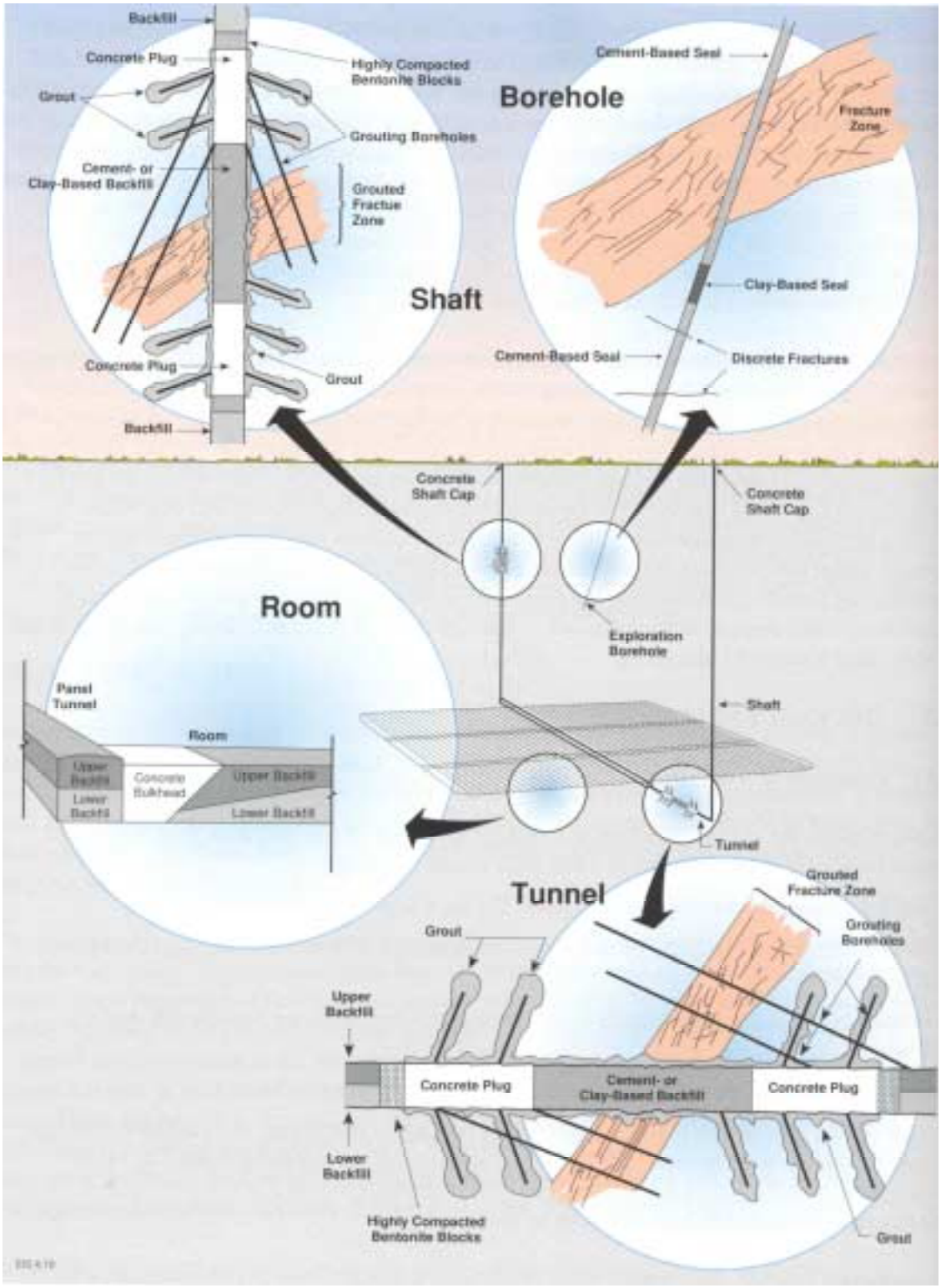


図－2．3 カナダの処分概念図（縦置き）[3)]

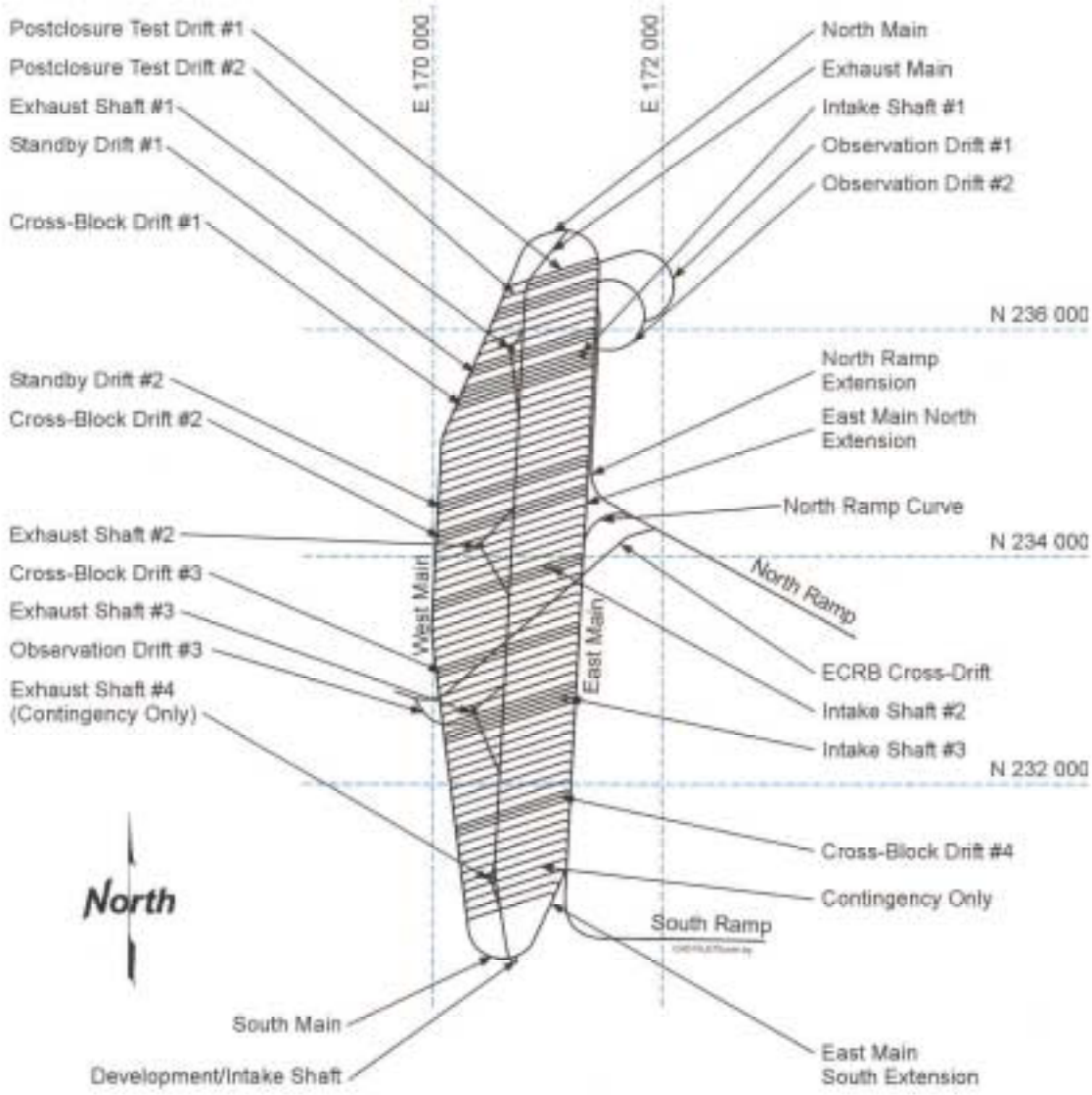




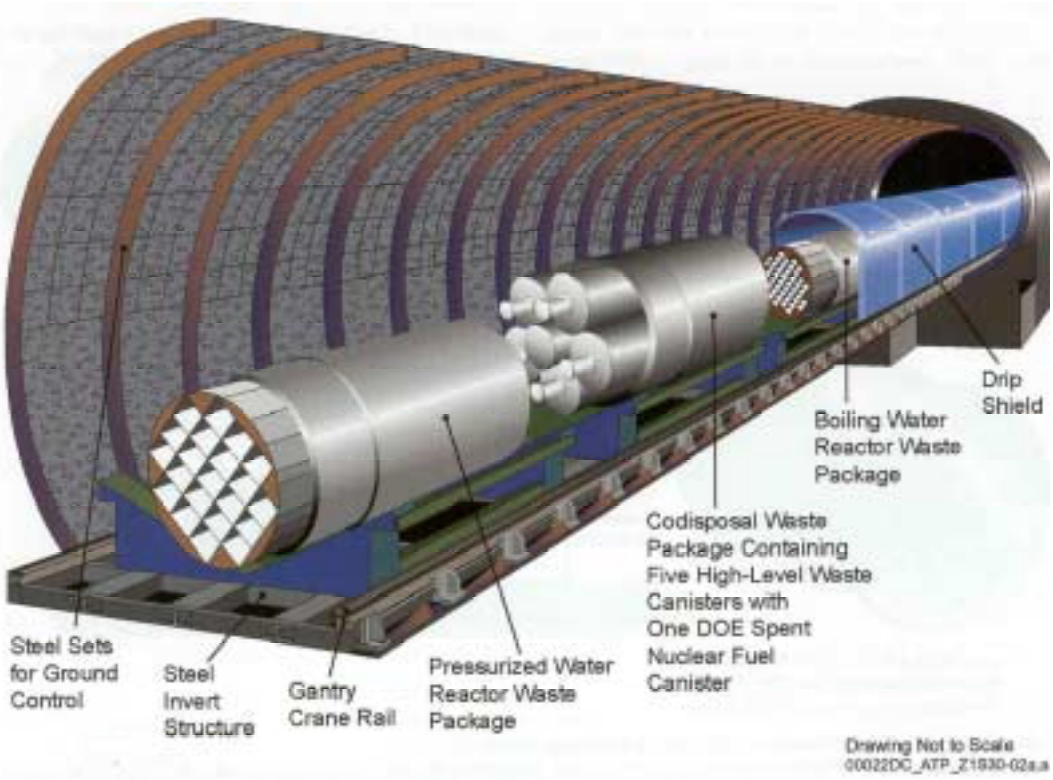
図－2．4 カナダの廃棄体定置概念図
（上図：縦置き[3)]，下図：横置き[4)]）



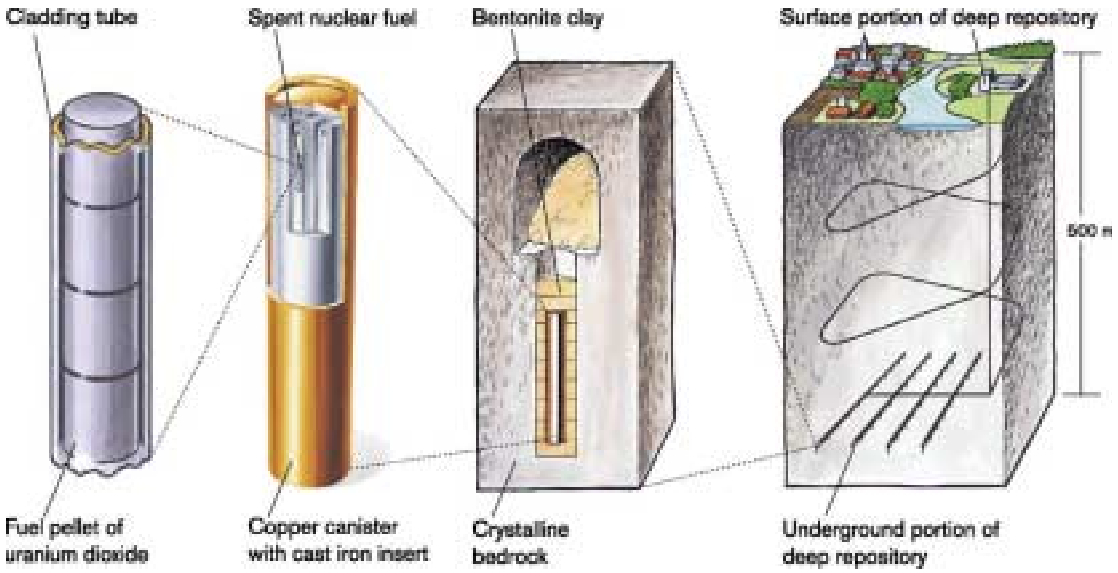
図－２．５ カナダのシーリング技術概念図[6)]

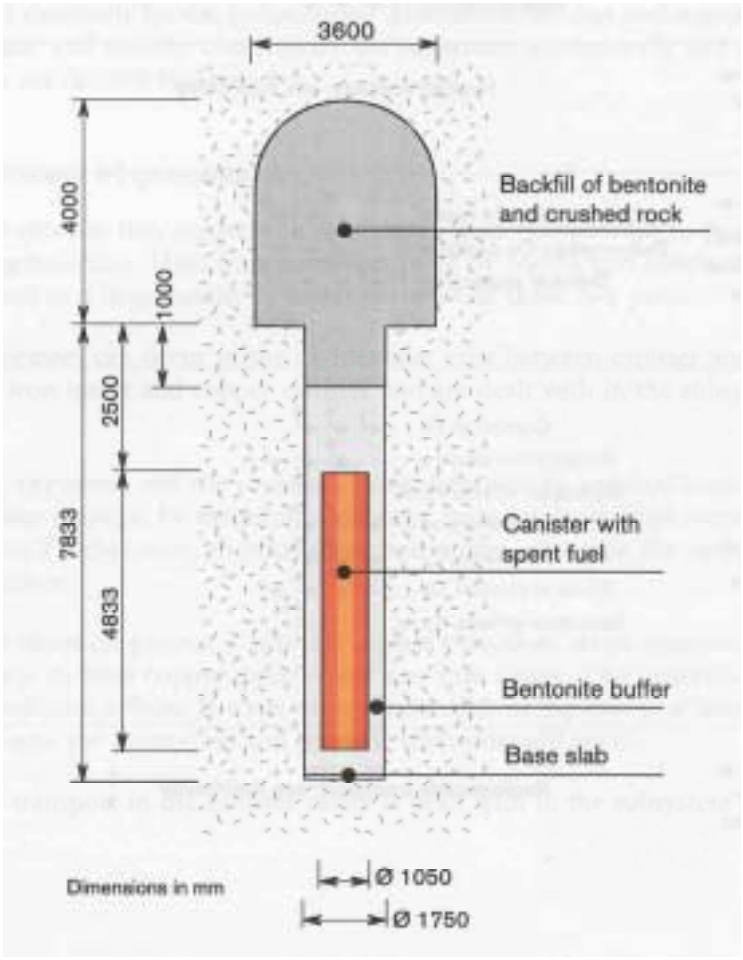


図－2．6 アメリカ Yucca Mountainサイトのレイアウト[8)]

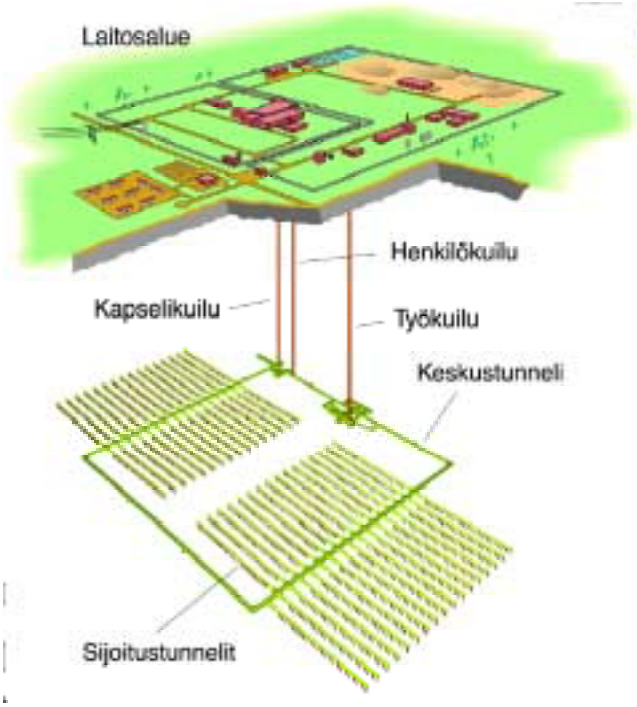


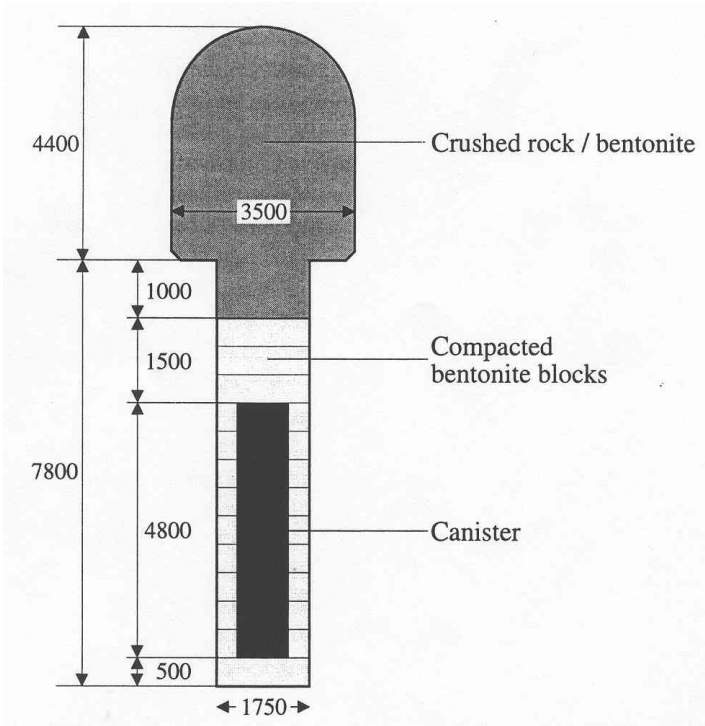
図－2．7 アメリカ Yucca Mountain サイトにおける
人工バリアの構成図[8)]



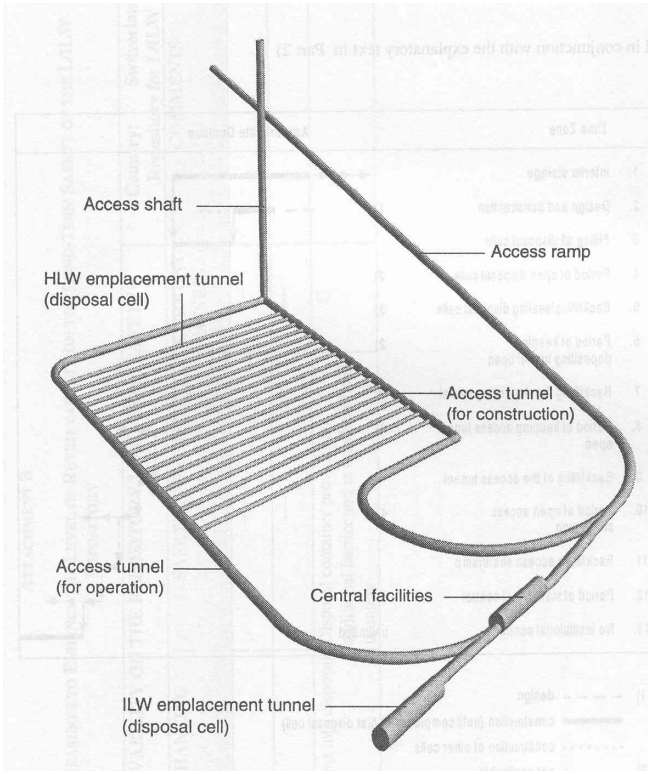


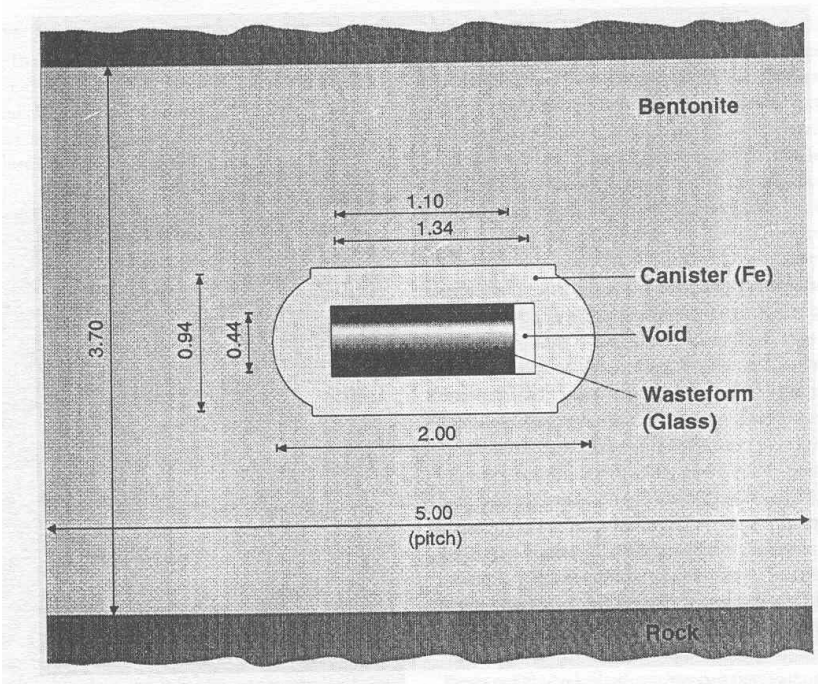
図－2．8　スウェーデンの処分概念図（KBS-3 タイプ）[10), 11)]



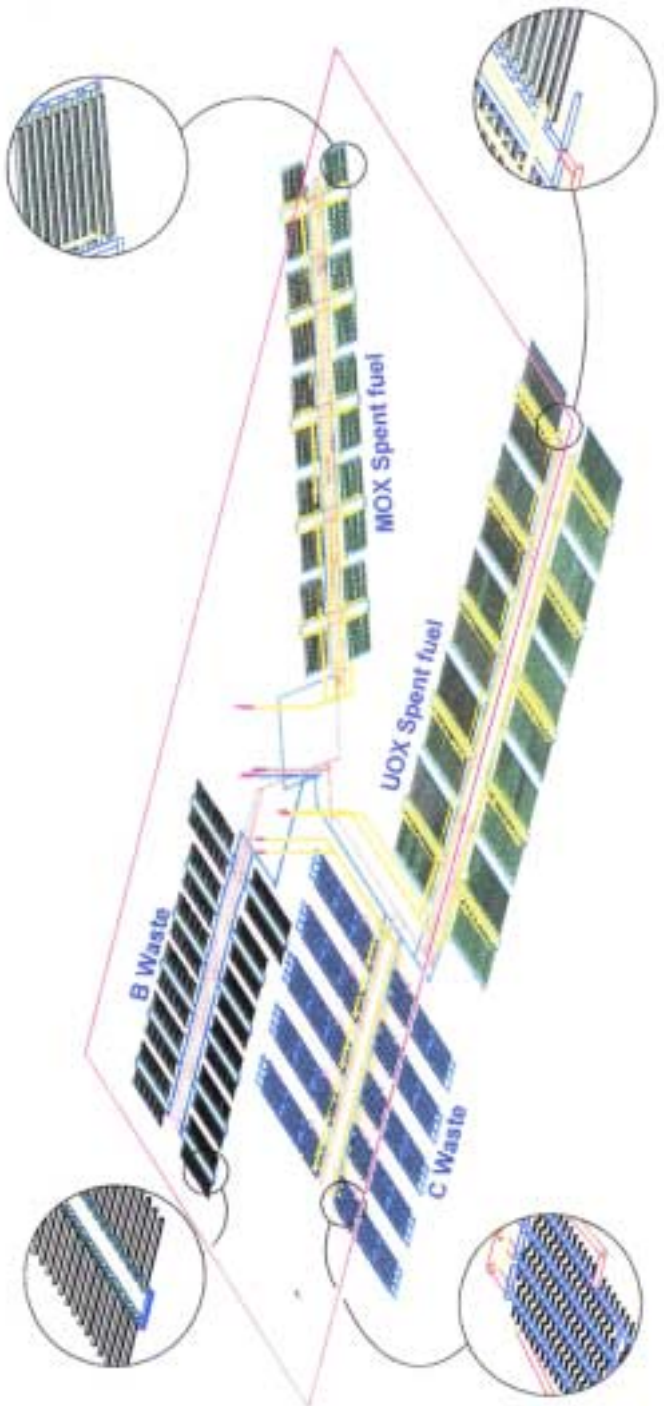


図－2．9 フィンランド Olkiluoto での処分概念図[15), 16)]



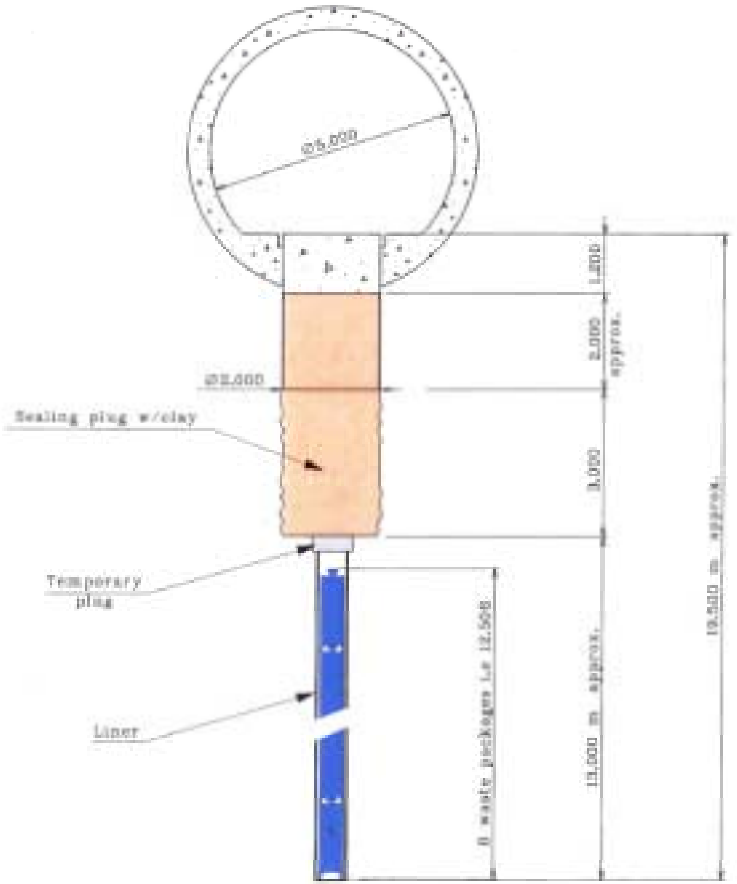


図－2．10 スイスの処分概念図[15), 19)]

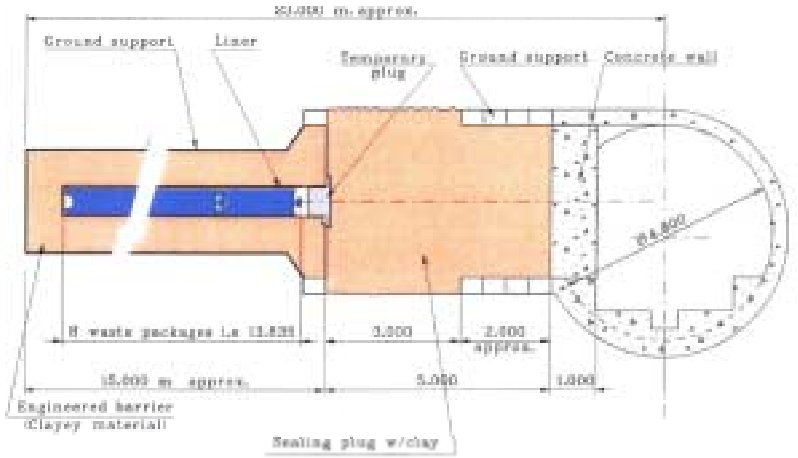


図－2．11　フランスの処分場の概念図[21]（ANDRAより提供）

C Waste 処分案



C Waste 処分案



UOX 処分案

図－2．12 フランスの処分レイアウト案[21)]（ANDRAより提供）

３．トンネルシーリング性能試験の整理・評価

3.1 トンネルシーリング性能試験の概要

トンネルシーリング性能試験（Tunnel Sealing Experiment, TSX）はカナダ AECL の地下研究施設（Underground Research Laboratory, 以下 URL）で実施されている高レベル放射性廃棄物地層処分の閉鎖技術に関する原位置試験である [1]。図-3.1 に TSX 全体の概要図を示す。

これまでにプラグを実スケールでトンネル内に建設することにより施工性が確認されており [2]，1998 年９月から実スケールでの閉鎖性能の評価試験を実施中である。性能評価試験として，２つのプラグに挟まれた区間に水圧を作用させる試験（圧入試験）とトレーサーを圧入する試験（トレーサー試験）が実施されている。圧入試験では，プラグ周辺に生じる高動水勾配により，プラグ内の湿潤過程やプラグもしくはプラグ周辺の岩盤を通過してきた湧水状況をモニタリングし，トレーサー試験ではトレーサーの移行状況をモニタリングし，解析する。両試験結果からプラグおよびその周辺岩盤における性能を評価する。

図-3.2 に 1998 年から 2001 年までの工程を示す。1998 年９月から注水を開始し，1999 年５月に 800kPa に到達。その後，1999 年７月に 800kPa を保ったままトレーサーを投入し，トレーサーのモニタリングを開始。2000 年４月から 2MPa へ昇圧を始め，2000 年７月には 2MPa に到達。2001 年４月に 4MPa へ昇圧を開始するまでトレーサーのモニタリングは継続して行われた。2001 年４月に 4MPa へ昇圧を始め，2000 年９月に 4MPa に到達後，現在モニタリングを実施している。Appendix-Ⅰには 2000 年 10 月 17 日から 2001 年 9 月 18 日までの全作業内容を示す。

3.2 圧入試験

3.2.1 昇圧と湧水量の関係

1998 年 9 月 28 日に加圧を開始してから 2001 年 9 月 5 日に 4MPa に到達するまでの湧水量の経時変化を図-3.3～図-3.5 に示す。図-3.3 には総湧水量と粘土プラグ側からの湧水量，コンクリートプラグ側からの湧水量を，図-3.4 には粘土プラグ側からの湧水量を，図-3.5 にはコンクリートプラグ側からの湧水量を示す。

図-3.3 から加圧直後においてはコンクリートプラグからの湧水量が多く，800kPa への昇圧の段階でベントナイトプラグからの湧水量が多く,4MPa への昇圧段階でプラグ以外からの湧水量が多くなっていることが分かる。加圧直後においてはコンクリートプラグからの湧水量が多かったため，1998 年 12 月にコンクリートプラグと岩盤境界部へコンタクトグラウトを実施した結果，コンクリートプラグからの湧水量は大きく減少した。800kPa への昇圧の段階においては，急速なチャンバー圧の昇圧のためベントナイトブロックの膨潤が追いつかず，粘土プラグ側から 4 回の 10mL を越える大きな湧水量が観測された。しかし，その後はブロックが十分膨潤し，4MPa に昇圧する過程において大きな湧水量は観測されなかった。4MPa への昇圧段階においてはプラグ以外からの湧水量が大きくなった。この大部分はチャンバーから計測ケーブルを引き出すためのボーリング孔からの湧水であり，このボーリング孔はセメントグラウトにより止水していたが，昇圧が大きくなるに従い水圧に耐え切れず湧水したものである。現在止水方法を検討中である。

図-3.4 の粘土プラグ側からの湧水量の経時変化を見ると，800kPa 加圧時に安定した状態で約 0.1mL/min，2MPa 加圧時に安定した状態で約 0.5mL/min の湧水が観測された。4MPa への昇圧直後は約 1.0mL/min の湧水量が観測されたが,その後 2001 年 11 月時点で約 0.4～0.5mL/min まで湧水量は減少しており，2MPa 加圧時とほぼ同じ量になっている。図-3.5 のコンクリートプラグ側からの湧水量の経時変化を見ると，800kPa 加圧時に安定した状態で約 2.0mL/min，2MPa 加圧時に安定した状態で約 20.0mL/min の湧水が観測された。4MPa への昇圧直後は約 30.0mL/min の湧水量が観測されたが,その後 2001 年 11 月時点で約 14.0～15.0mL/min まで湧水量は減少している。4MPa 加圧時における湧水量から各プラグの概算透水係数を算定すると，粘土プラグは 3.6×10^{-12}m/s 相当，コンクリートプラグは 1.7×10^{-10}m/s 相当になる。

3.2.2 昇圧に伴う埋設センサーの応答

(1) センサーの配置

表-3.1 に今回の試験で使用された温度センサーを除く埋設計器の一覧を示す。粘土プラグ内とその周辺に計 254 個，コンクリートプラグ内とその周辺に計 120 個，チャンバー内と試験坑道周辺に計 129 個のセンサーが配置されている。また，各センサーの 2001 年 11 月時点での稼働率も示す。粘土プラグ内に設置された Hygrometer，TDR 以外のセンサーは計測開始後３年以上経過後も比較的正常に働いていることが分かる。以下に粘土プラグの挙動について整理する。なお，各センサーの詳細な位置については前回の報告書[3)]を参照されたい。

(2) 粘土プラグの挙動

粘土プラグ内の圧力の変化を図-3.6～3.14 に示す。加圧側と反対側の面である T 断面（図-3.14）内の圧力計において，チャンバー内の圧を 2MPa に保っている間に TPC4，TPC5 で 2.5MPa から 3MPa の圧力が計測されており，チャンバー内圧 2MPa に対する増分である 0.5MPa から 1MPa が粘土プラグの膨潤により付加された圧力であると考えられる。一方，TPC1～TPC3 では徐々に圧力が減少していることが観測されている。

粘土プラグの変位量について，図-3.15～3.17 に計測結果を示す。図-3.15 はプラグ内部のトンネル軸方向の変位量を Sonic Probe で計測した値であり，各々プラグ最下流面のスチールプレートからの区間変位量である。最も長い 2.22m区間の SonP-5 における 2MPa 加圧時における変位量は 38mm であり，これだけ粘土プラグがトンネル軸方向に圧縮されていることを示している。図-3.16 は LVDT で計測したプラグ最下流面のスチールプレートの変位量であり，正の値はプラグがトンネル軸外側方向にはらみだしている量を示している。2MPa 加圧時において下部のプレートの変位量が約 3mm であるのに対し上部の変位が約 13mm と大きく，プラグが傾いて変位していることが分かる。図-3.17 は Linear Potentiometer で計測したプラグ加圧面の変位量であり，プラグがトンネル軸方向にどれだけ押されているかを示している。正の値は粘土プラグのチャンバー側の面が下流側へ変位したことを表しており，2MPa 加圧時において粘土プラグのチャンバー側の面が 45mm 下流側へ移動していることがわかる。この値はプラグの圧縮量 38mm と下流側における中央部（CLDT-4）の変位量 6mm の合計とほぼ一致している。

粘土プラグ内の含水状態は，Psychrometer，TDR，Hygrometer で計測されており，4MPa に到達している 2001 年 11 月時点においては，プラグの中心部のわずかな部分を除き，ほぼ飽和状態であることが計測されている。図-3.18～3.21 には Piezometer で計測された水圧の変化を示す。図-3.18 には粘土プラグ内に，図-3.19 にはチャンバー内岩盤部に，図-3.20 にはチャンバー内に，図-3.21 にはコンクリートプラグ内に設

置した計器で計測した値を示す。図-3.18 に示す粘土プラグ内の水圧は，加圧当初圧力を計測しておらず，この部分は水が到達していない不飽和状態であることを示している。しかし，2MPa への昇圧時にまず PZ7 において水圧を観測し始め，その後，PZ１，PZ2，PZ8 が圧力を観測し，4MPa 昇圧時においては PZ4 が圧力を観測している。PZ7，PZ8 はプラグ内の天端部に設置されているセンサーであり，この部分に初めに水が浸入することにより飽和し，その後順次飽和していく様子が分かる。一方，プラグ中心部である PZ5，PZ6 は昇圧に影響を受けておらず，この部分がまだ不飽和であることが分かる。また，PZ3 は圧力を感知しておらず，計器不良となっている可能性も考えられる。

(3) 周辺水理環境の変化

試験坑道周辺岩盤内の間隙水圧の変化を図-3.22～3.31 に示す。試験トンネルから離れた区間（HGT＊-1,2,3：＊は孔の番号，ハイフン以後が区間番号を示す）では，鉛直断面において 4MPa を越える間隙水圧が，水平断面において 2MPa 以上の間隙水圧が計測されており，これが試験トンネルに向かって低下していることが分かる。また，経時的にこれらの区間は徐々に圧力が低下しており，試験トンネルの掘削による影響が出ていることが分かる。HGT3～HGT10 の各ボーリング孔の試験トンネル近傍には EDA パッカーが設置されており，空洞近傍１m区間の間隙水圧の計測を行っている。HGT＊-8 は壁面から 10cm 区間の間隙水圧を，以下，HGT＊-7 は 10cm から 20cm 区間，HGT＊-6 は 20cm から 40cm 区間，HGT＊-5 は 40cm から 80cm 区間の間隙水圧を計測している。これらの試験トンネル近傍の区間はチャンバー内の昇圧の影響を受けているが，コンクリートプラグ拡幅部の外側である HGT3,HGT4 の試験トンネル近傍区間では昇圧の影響があまり見られない。また，HGT8-8,HGT10-8 区間ではトレーサー試験の採水を実施しており，採水期間中はその周辺の区間においても圧力の低下が見られる。

チャンバー内の電気伝導度の計測結果を図-3.32～3.33 に示す。この図から，チャンバー内で攪拌を実施した後は，ほぼトレーサーが均一に分布した状態が継続していることが分かる。

3.3 蒸発散量計測

3.3.1 蒸発散量計測の概要

圧入試験時には，チャンバー側からプラグ内，プラグと岩盤の境界部，坑道近傍のゆるみ域の各部分を通って下流側へ水が移動すると考えられる。粘土プラグ側からの湧水は，水頭が０であるプラグとスチールサポートの間にほとんど湧出するが，いくらかはゆるみ域に沿いスチールサポートを越えて岩盤側に湧出することが考えられる。この時の非常に微量な湧水量の変化を捉えるため，試験トンネル内の粘土プラグの外側岩盤４m 区間にベンチレーション室を設置し，ベンチレーション試験と局所蒸発散量計測を実施した。ベンチレーション試験では４m区間内全体の湧水量の変化を，局所蒸発散量計測では湧水位置の変化を把握することを目的としている。さらに同じ条件で測定された初期蒸発散量と水圧を作用させた後の蒸発散量を比較することにより，プラグ周辺岩盤からの湧水量と湧水位置の変化を把握することとした。

ベンチレーション試験は，密閉された区間（ベンチレーション室）内に岩盤壁面からしみ出てきた湧水を蒸発させ，空気中の水分量の変化を計測することにより微量な湧水量を計測する試験である。トンネル内にしみ出てきた湧水を全て蒸発させるために，ベンチレーション室内へ乾燥した空気を送り込んでいる。乾燥空気は室内の水分を蒸発させた後に排気パイプから外に出るため，流入空気と流出空気内の絶対湿度の差がベンチレーション室内で蒸発により付加された水分量（g/L）に相当する。これにパイプを通過する単位時間当たりの空気の流量（L/sec）を掛けることによりベンチレーション室内での総蒸発散量（g/sec）が計算できる。この時，岩盤表面からの蒸発が十分であれば，この値が区間内の湧水量となる。今回の試験で構築したベンチレーション室のレイアウトを図-3.34 に示す。

局所蒸発散量計測は，岩盤表面近くの蒸発散量を水分の拡散による移動量により求めるものである。トンネル内の風量が強くない場合，岩盤壁面近くでは水分が直交方向に拡散のみで移動する。その分子拡散層内での絶対湿度の岩盤壁面からの距離に対する勾配（g/L/mm）に水蒸気の分子拡散係数（m^2/hr）を乗ずることにより蒸発散速度（mg/s/m^2）が計算できる。今回の局所蒸発散量計測は，図-3.34 に示すベンチレーション室内において埼玉大学の渡辺邦夫教授が開発した蒸発散量測定装置を用いて実施した [4]。なお，計測はベンチレーション試験開始後２週間以上経過し，ベンチレーション室内が十分乾燥した状態で実施した。

図-3.35 に示すように，初期湧水量計測，第 1 回計測（50kPa 加圧時），第 2 回計測（500kPa 加圧時），第 3 回計測（775kPa 加圧時）をこれまで実施しており，その結果については報告している [5]。今回，第 4 回計測として実施した 4MPa 加圧時におけるベンチレーション試験，局所蒸発散量計測結果を報告し，その結果とこれまでの結果

との比較を行う。

3.3.2 ベンチレーション試験結果および蒸発散量計測結果

図-3.36 に 800kPa 加圧時までのベンチレーション試験結果を示す。データは 15 分毎に得られているが，１日の内で最もベンチレーション室内の空気の状態が安定すると考えられる午前０時の値を選択し，さらにベンチレーションを実施している期間のみのデータをプロットした。このベンチレーション試験で計測される湧水量と除湿器によりドライルームの外側のバケツに貯められる水の量を比較したところほぼ同じ量になったため，ベンチレーション試験による計測値はベンチレーション室内の湧水量を見積もっていると考えられた。また，このベンチレーション試験中，ベンチレーション室内の床盤に水が溜まるほどの粘土プラグからの漏水が４回認められ，この度に蒸発散量が一時的に大きな値を示すが，急激に減少していることが分かる。また，湧水量が安定した期間では 7.2g/min の値を示し，800kPa 加圧時までは加圧状態とベンチレーション室内の湧水量は関連がないことが分かる。

図-3.37 に今回計測した 4MPa 加圧時のベンチレーション試験結果を示す。安定した状態での湧水量は 10.3g/min と計測されており，800kPa 加圧までの湧水量 7.2g/min より大きい。これはチャンバー内の加圧によりベンチレーション室内の湧水量がやや増加したことを示している。

次に，局所蒸発散量の計測結果を示す。計測位置は，図-3.38 に示すベンチレーション室内の６断面である。初期計測では全 56 点の計測ポイント数であったが，ゆるみ域の進展に伴い天盤付近の計測ピンが抜け落ちたため，4MPa 加圧時における計測では 52 点になった。図-3.39～3.43 には初期計測と第１回から第 4 回までの計測結果を示す。図は坑道の展開図であり，暖色系の色がついている部分が蒸発散量の多い領域を示している。この結果から，計測ごとに蒸発散量や蒸発散領域が変化していることは分かるが，加圧の違いによる規則だった変化は見られなかった。

図-3.44 には各計測ポイントにおける局所蒸発散量計測結果をヒストグラムでまとめたものを示す。大きなマイナス値をとる計測ポイントもあるので，単純に各計測回の平均を取ると第 1 回，第 2 回，第 4 回計測では平均がマイナスになる。今回用いたセンサーで求められる蒸発散量の精度は，これまでの計測実績から 0.5 mg/s/m^2 以上である[6,7]ことから，蒸発散量が 0.5 mg/s/m^2 以上であるデータを選択し平均値を求めた。この結果からも加圧に応じた蒸発散量の増加は認められない。

3.3.3 考察

(1) ベンチレーション試験結果と局所蒸発散量計測結果との比較

ベンチレーション試験で求められる湧水量と局所蒸発散量計測により求められた蒸発

散量を比較するために，局所蒸発散量計測結果からベンチレーション室内の総湧水量を算定した。算定のための仮定として，蒸発散量が 0.5 mg/s/m^2 以上であるポイントでのみ蒸発が生じており，その他の領域では計測結果がマイナスであっても水分の吸着は生じていないとする。局所蒸発散量計測ポイントでベンチレーション室内の全領域はカバーしきれていないが，「全計測ポイント数」に対する「蒸発散量が 0.5 mg/s/m^2 以上であるポイント数」の割合の岩盤領域で蒸発が生じているものとする。以上の仮定に基づくと，ベンチレーション室内の総湧水量は以下の式で計算できる。

ベンチレーション室内総湧水量 = Ev×50×ｎs／ｎ×60／1000 (g/min)------(3.1)

ここで，全計測ポイント数：ｎ

蒸発散量 0.5 mg/s/m^2 以上のポイント数：ｎs

蒸発散量 0.5 mg/s/m^2 以上の平均値：Ev (mg/s/m^2)

ベンチレーション室内の岩盤壁面の面積：50m^2

各計測回に関して，(3.1)式に基づき計算した値を図-3.44 に示す。ベンチレーション試験からは，初期計測から第 3 回計測まで 7.2g/min の湧水量を示し，4MPa 加圧時においてやや大きめの 10.3g/min の湧水量を計測した。局所蒸発散量計測から算定された値は，それに対し 4 分の 1 から 20 分の 1 程度である。この理由としては局所蒸発散量計測時における計測者からの発汗等によるベンチレーション室内の乾燥空気への水分付加の影響が考えられる。これまでの計測結果 [8]も，人がベンチレーション室内にいる場合，発汗作用等の影響により室内の湿度が上昇し岩盤からの蒸発量が抑制されることを裏付けるものである。それに対しベンチレーション試験では無人の状態で計測が行われているため，局所蒸発散量計測より大きな値が計測されたと考えられる。

以上のように，局所蒸発散量計測では計測者の影響により湧水の絶対量としては正確な値が求まらないが，相対的な蒸発散量の分布は把握できるはずである。初期計測結果において蒸発散領域が広範囲にわたっているのに対し，第 3 回計測（775kPa 加圧時）では蒸発散の大きい領域が天盤に沿ってやや右壁よりの部分に集中していることがわかる。この部分はトンネル断面上では最小主応力軸σ3 方向に対応しており，掘削に伴うゆるみが発達しやすい領域であることから，ゆるみ域に沿って蒸発散量が大きくなったことを示している。しかし，他の計測回ではそのような傾向は見られなかった。この理由としては，

(a) 試験位置の地質環境から水みちになる亀裂が少なく，ほとんどの部分で蒸発散量が小さいと考えられる。このため人体からの水分の付加による局所的な影響を受けやすい状態になっていたこと。

(b) ベンチレーション室がトンネル軸方向に短い構造のため，乾燥空気が一方方向に

流れずに乾燥空気の湿度にムラができやすい状態になっていたこと。

が考えられる。

(2)蒸発散量計測結果と数値解析結果との比較

ベンチレーション試験や局所蒸発散量計測により求められた湧水量変化の妥当性を検証するため数値解析との比較を行った。解析モデルとしては，前回の報告書[3)]で検討した最もトレーサー試験のブレークスルーカーブに一致する Case B-3 を用いた。表-3.2 には解析用物性値とモデルを示す。また解析には，図-3.45 に示す加圧ステップを用いた。

解析により計算された，初期状態，800kPa 加圧状態，2MPa 加圧状態，4MPa 加圧状態におけるプラグ周辺の圧力分布を図-3.46 に示す。この圧力分布から加圧によりプラグ加圧側の圧力分布は大きく変化するが，プラグから少し離れたベンチレーション区間周辺においては，間隙水圧分布はほとんど変化がないことが分かる。これは周辺岩盤内の間隙水圧が坑道壁面から 2m 程度で 2MPa 以上を示す水理環境であることによる。図-3.47 には解析により計算された湧水量を示す。この結果を見ると，プラグに隣接した湧水計測システムにおいては加圧に伴い湧水量はかなり増加するが，ベンチレーション室内においては微量しか増加しない。これら解析結果からは，加圧に伴うベンチレーション室内での湧水量の増加はほとんど認められないことが分かる。つまり，この結果は，蒸発散量計測が加圧による蒸発散量の変化を十分に観測できなかったことの理由を説明するものである。

3.4 参考文献

1) Chandler N., D. Dixon, Gray, M., Hara, K., Cournut, A. and Tillerson, J., “An in situ Demonstration of Technologies for Vault Sealing”： Proc. 19th Annual Conf. Canadian Nuclear Society (1998)
2) 升元一彦，藤田朝雄，杉田裕，“カナダ URL におけるトンネルシーリング試験”：第 54 回土木学会年次学術講演会，Ⅲ-A280, pp.560-561 (1999)
3) 戸井田克　他，“実規模シーリングシステムの研究開発”：核燃料サイクル機構委託研究報告書，JNC TJ8400 2001-019 (2001)
4) 酢谷佳尚，渡辺邦夫，佐久間秀樹，野口義文，“釜石鉱山におけるベンチレーションテストを用いた湧水量の測定”：第 23 回岩盤力学に関するシンポジウム講演論文集, p.182-186 (1991)
5) 戸井田克　他，“地層処分における閉鎖技術の技術開発－プラグ周囲のトレーサー試験の解析評価－”：核燃料サイクル機構委託研究報告書，JNC TJ8400 2000-021 (2000)
6) Watanabe, K., “Evaporation measurement in the validation drift -Part1-“： STRIPA REPORT, TR 91-06 (1991)
7) Watanabe, K. and Osada, M., “Evaporation measurement in the validation drift – Part2-“：STRIPA REPORT, TR 91-27 (1991)
8) 戸井田克　他，“原位置（カナダ）における蒸発散量の測定”：核燃料サイクル機構契約業務内容報告書 (2000)

表－3.1 埋設計器一覧

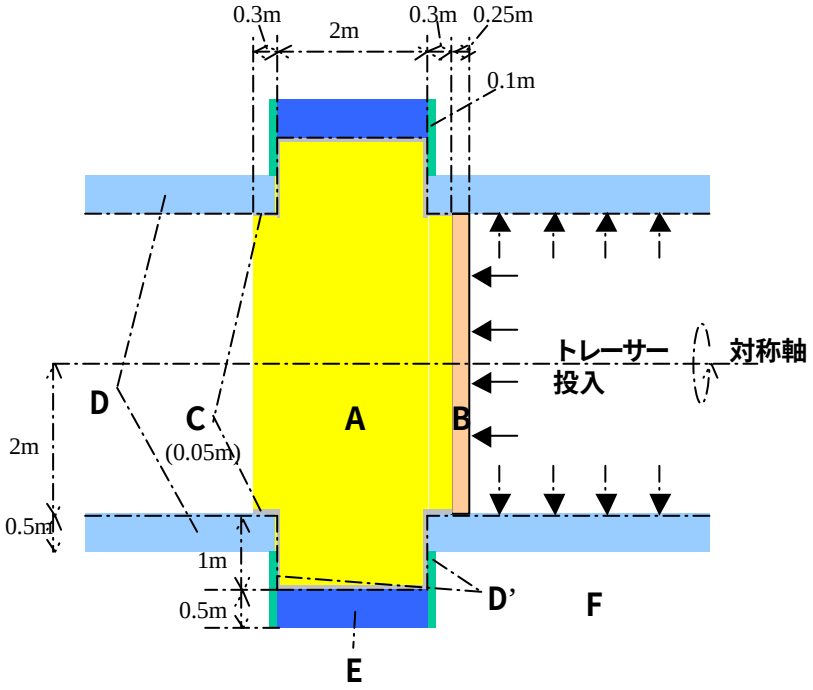
	略号	センサー名	計測対象	埋設数	稼動数	稼働率*
粘土プラグ周辺	CLDT	LVDT	変位	11	11	100%
	EPC	Earth Pressure Cell	圧力	35	35	100%
	HYG	Hygrometer	水分量	14	8	57%
	LP	Linear Potentiometer	変位	4	1	25%
	PSY	Psychrometer	水分量	132	107	81%
	PZ	Piezometer	水圧	13	10	77%
	RP	Rotating Potentiometer	変位	1	0	0%
	SonP	Sonic Probe	ひずみ	5	5	100%
	TDR	Time Dimension Refectometer	水分量	11	4	36%
	TPC	Total Pressure Cell	圧力	27	25	93%
コンクリートプラグ周辺	AE	AE Sensor	AE	20	20	100%
	CIRDT	LVDT	変位	9	7	78%
	CODT	LVDT	変位	5	5	100%
	EMK	Kamen LVDT	変位	6	3	50%
	FOSG	Fiber Optic Srrain Gauge	ひずみ	10	9	90%
	LSG	Ceramic Laser Strain Gauge	ひずみ	5	5	100%
	PSY	Psychrometer	水分量	20	20	100%
	PZ	Piezometer	水圧	13	13	100%
	TPC	Total Pressure Cell	圧力	2	2	100%
	VSM	Vibrating Wire Strain Gauge	ひずみ	30	29	97%
チャンバー内	CS	Conductivity Sensor	電気伝導度	12	12	100%
	EXT	Extensometer	変位	24	23	96%
	PZ	Piezometer	水圧	18	18	100%
	HGT	Hydrogeological Packer	水圧	65	65	100%
			合計	492	437	89%

* 2001年11月時点

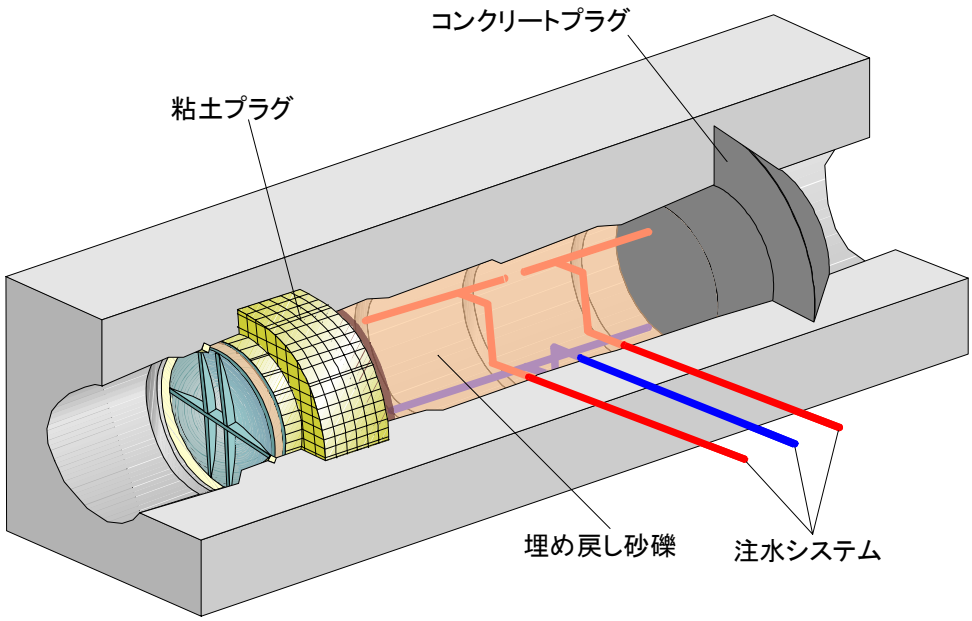
表－3．2 解析物性値一覧

	物性	透水係数 (m/s)	貯留係数 (1/m)	拡散係数 (m^2/s)	間隙率	縦分散長＊ (m)
A	Clay	3.0E-13	5.8E-04	1.0E-10	0.30	0.1
B	Backfill	1.0E-11	5.8E-04	1.0E-10	0.21	
C	Shot-clay	1.0E-12	5.8E-04	1.0E-10	0.53	
D	EDZ-1	1.0E-09	3.2E-07	1.0E-12	0.01	
D'	EDZ-2	7.0E-11	1.7E-07	5.0E-13	0.005	
E						
F	Rock	1.0E-13	5.0E-08	1.0E-13	0.0025	

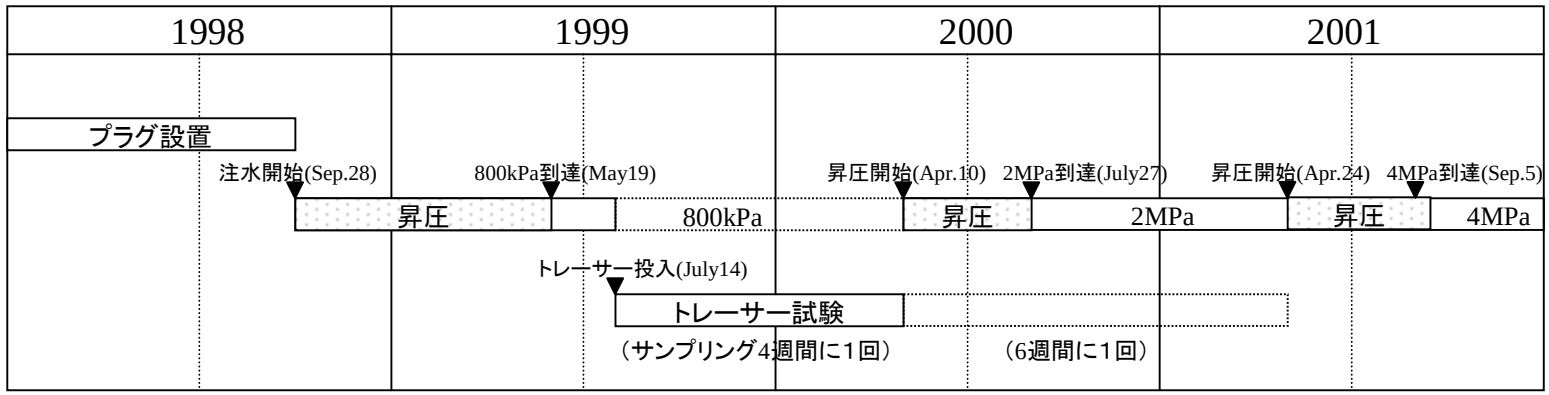
＊横分散長は縦分散長の
1/10と仮定



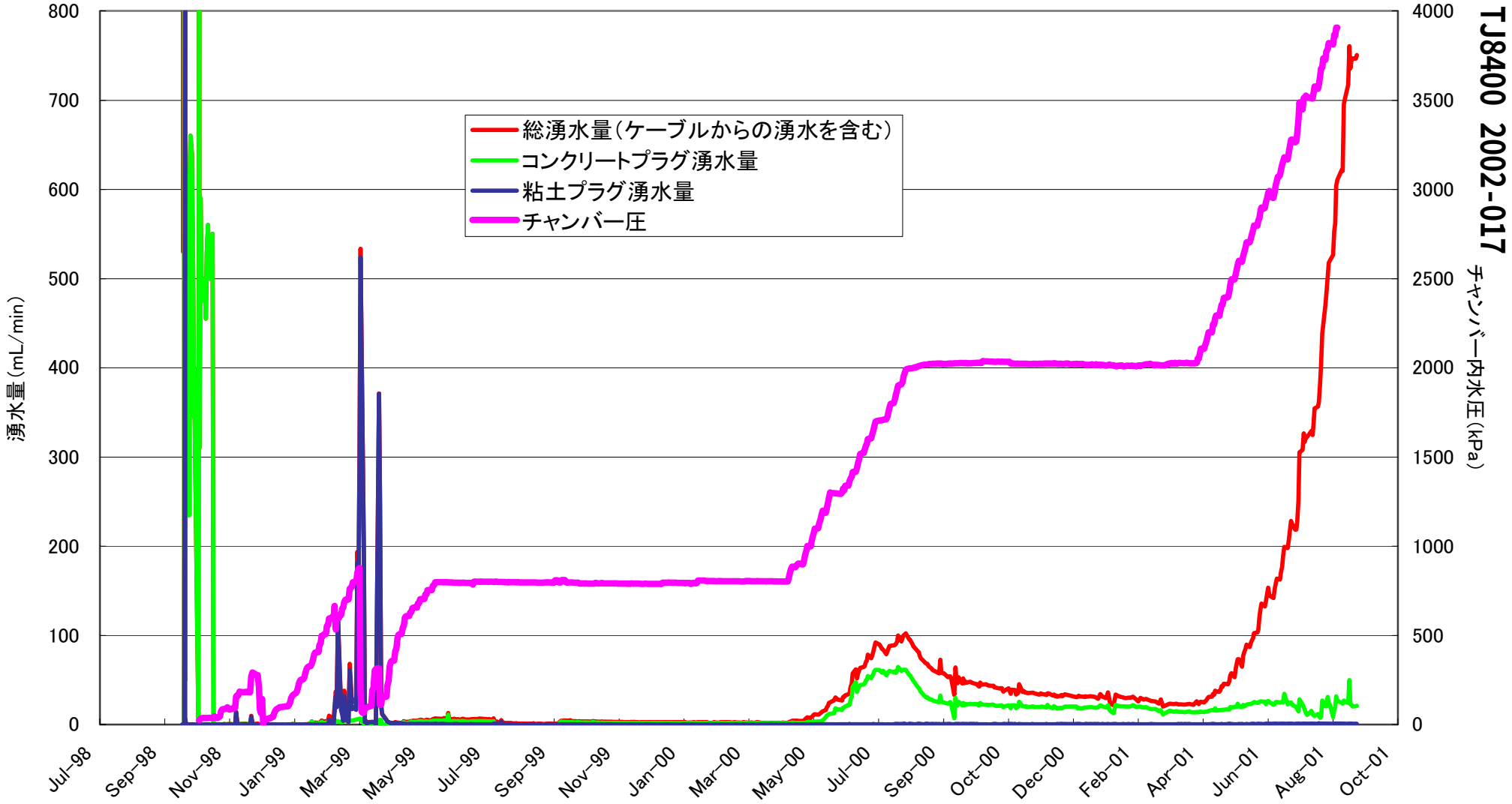
A： 締め固めベントナイト
B： 埋め戻し材
C： 吹き付けベントナイト
D： ゆるみ域（坑道周辺）
D'： ゆるみ域（プラグ周辺1）
E： ゆるみ域（プラグ周辺2）
F： 岩盤

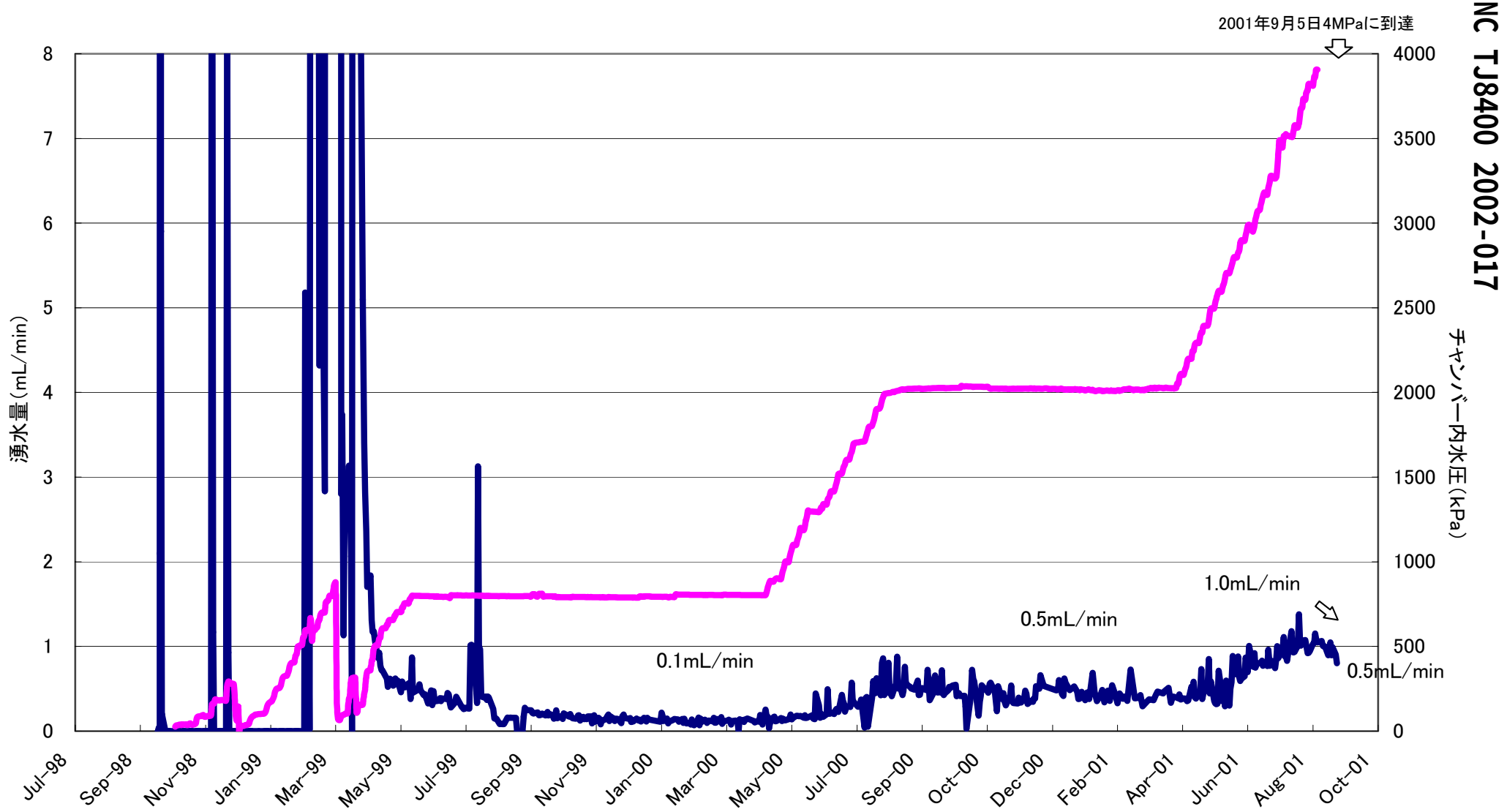


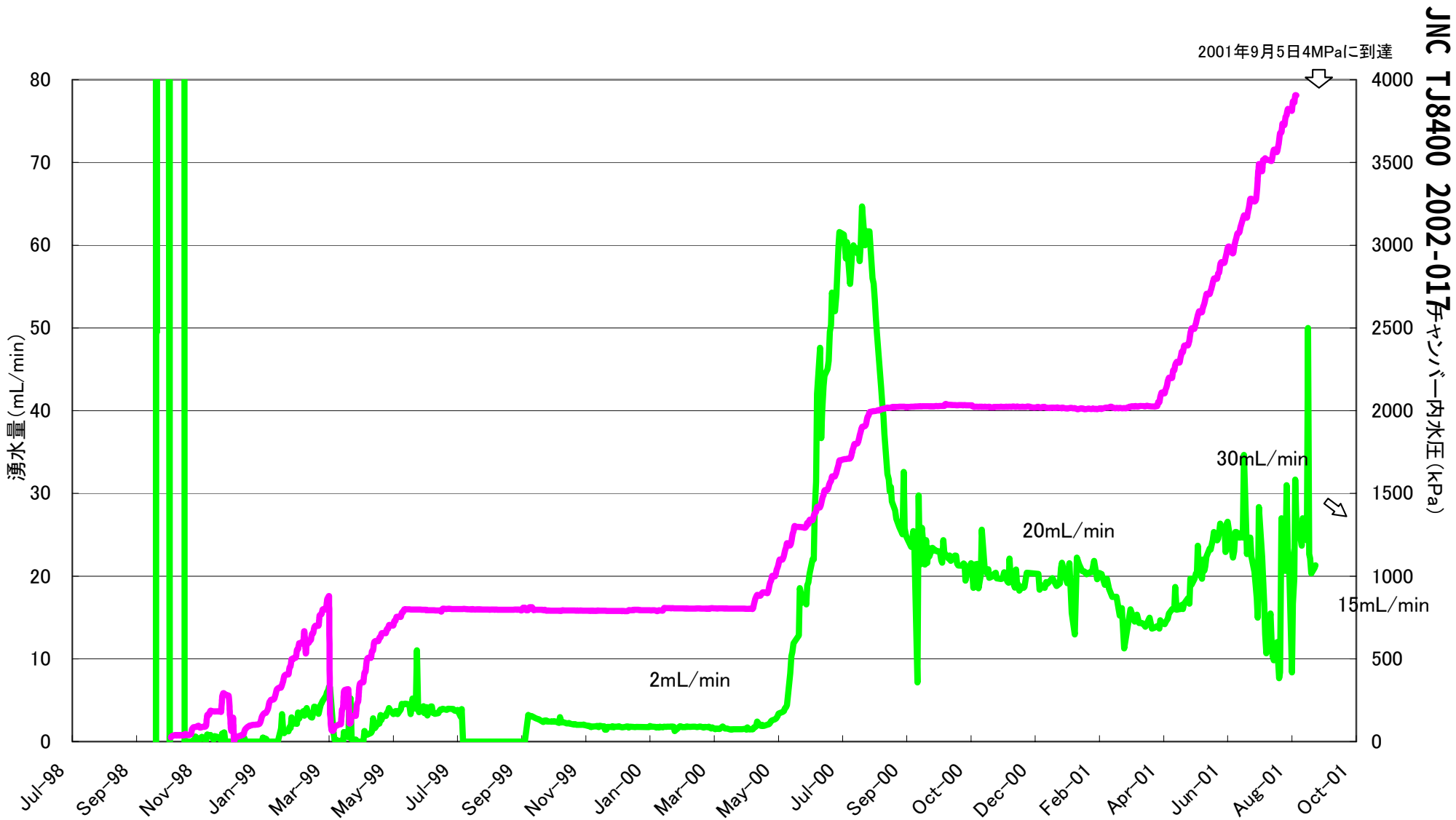
図－3．1 トンネルシーリング試験の概要

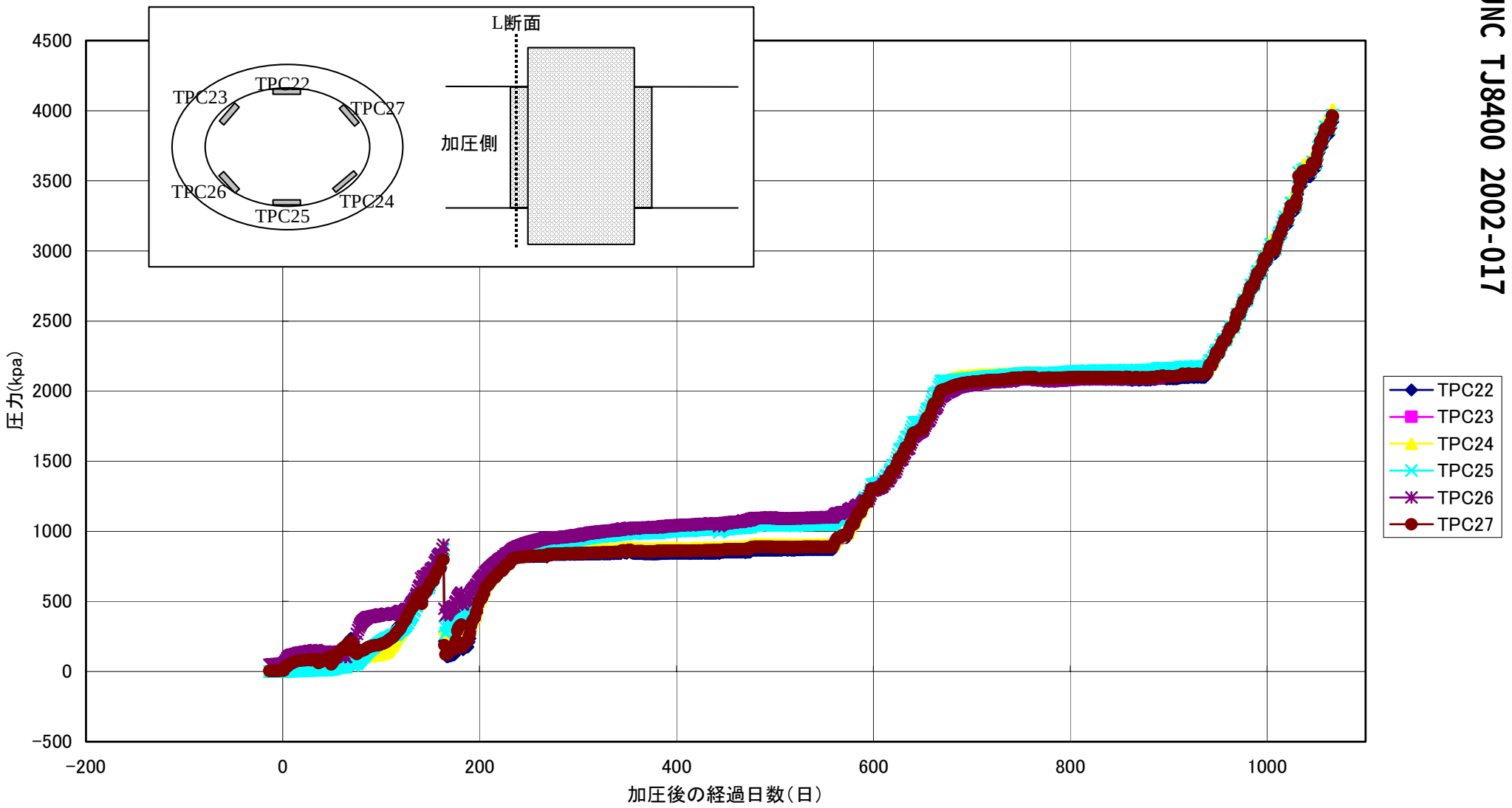


図－3．2 トンネルシーリング試験工程表
（2001年12月まで）

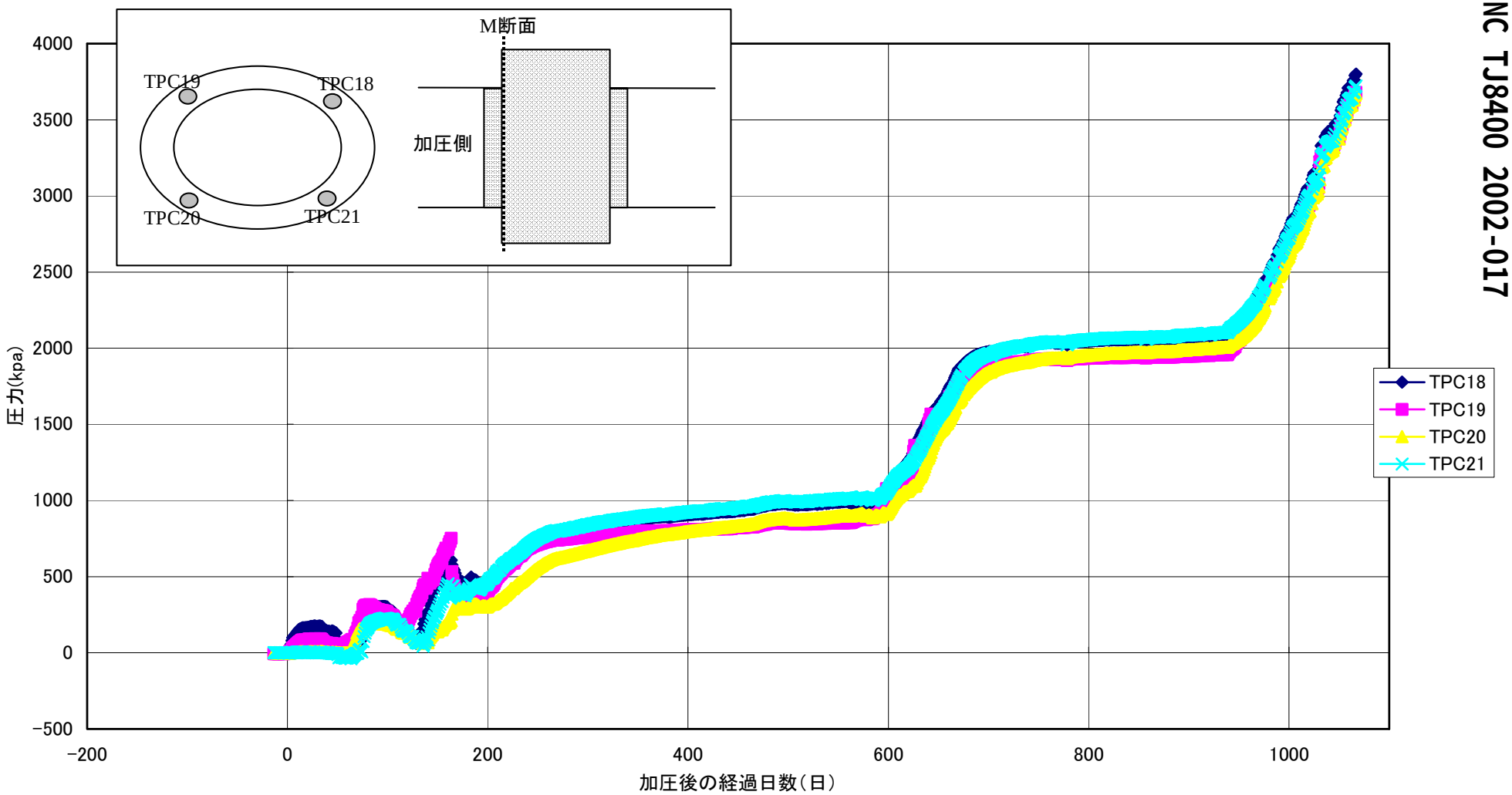

JNC TJ8400 2002-017
総湧水量（ケーブルからの湧水を含む）
コンクリートプラグ湧水量
粘土プラグ湧水量
チャンバー圧
湧水量（mL/min）
チャンバー内水圧（kPa）
0
100
200
300
400
500
600
700
800
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
Jul-98
Sep-98
Nov-98
Jan-99
Mar-99
May-99
Jul-99
Sep-99
Nov-99
Jan-00
Mar-00
May-00
Jul-00
Sep-00
Oct-00
Dec-00
Feb-01
Apr-01
Jun-01
Aug-01
Oct-01


JNC TJ8400 2002-017
2001年9月5日4MPaに到達
湧水量(mL/min)
チャンバー内水圧(kPa)
0.1mL/min
0.5mL/min
1.0mL/min
0.5mL/min
0
1
2
3
4
5
6
7
8
0
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
Jul-98
Sep-98
Nov-98
Jan-99
Mar-99
May-99
Jul-99
Sep-99
Nov-99
Jan-00
Mar-00
May-00
Jul-00
Sep-00
Oct-00
Dec-00
Feb-01
Apr-01
Jun-01
Aug-01
Oct-01

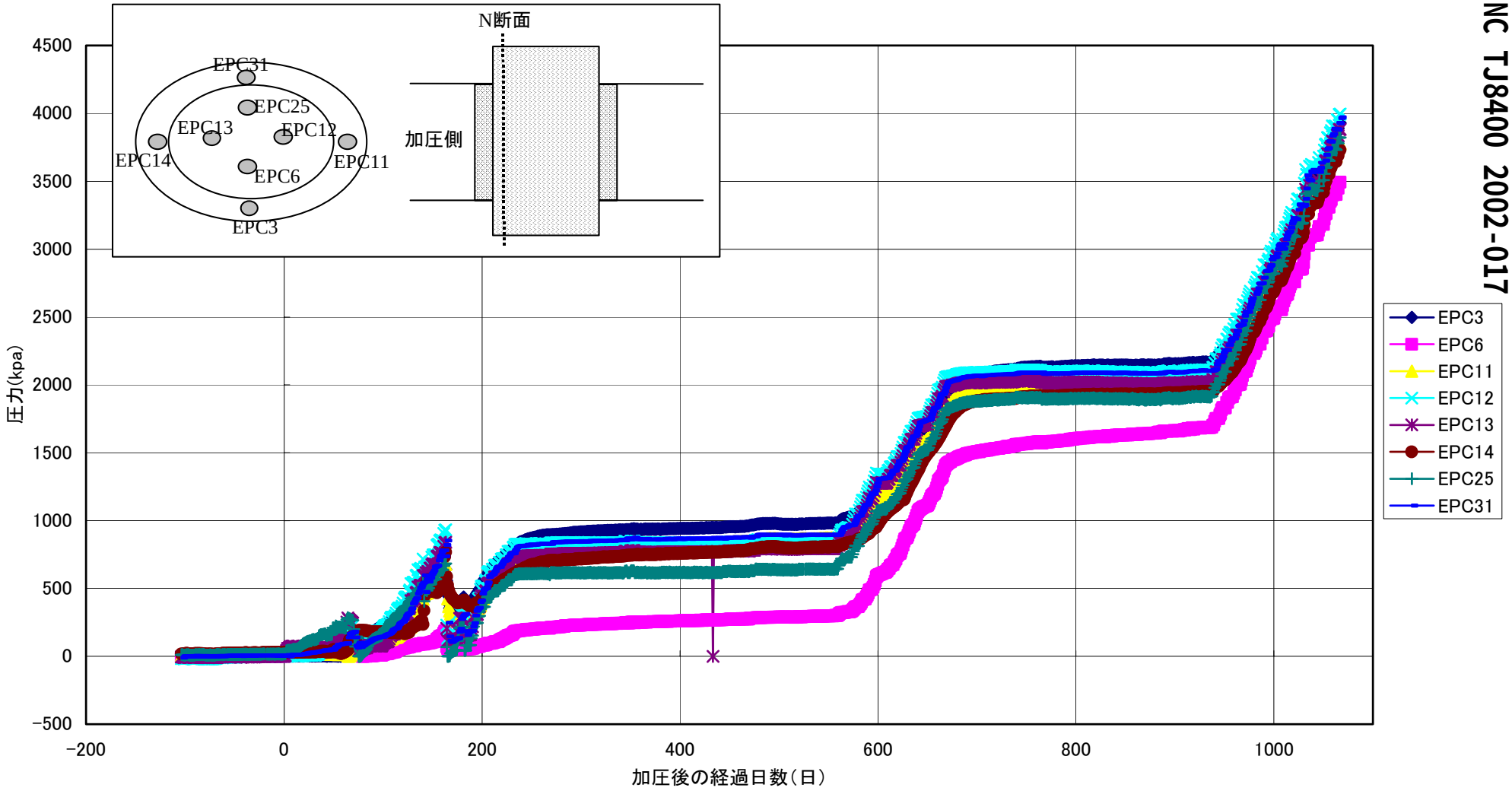

JNC TJ8400 2002-017
2001年9月5日4MPaに到達
湧水量(mL/min)
チャンバー内水圧(kPa)
2mL/min
20mL/min
30mL/min
15mL/min
0
10
20
30
40
50
60
70
80
500
1000
1500
2000
2500
3000
3500
4000
Jul-98
Sep-98
Nov-98
Jan-99
Mar-99
May-99
Jul-99
Sep-99
Nov-99
Jan-00
Mar-00
May-00
Jul-00
Sep-00
Oct-00
Dec-00
Feb-01
Apr-01
Jun-01
Aug-01
Oct-01



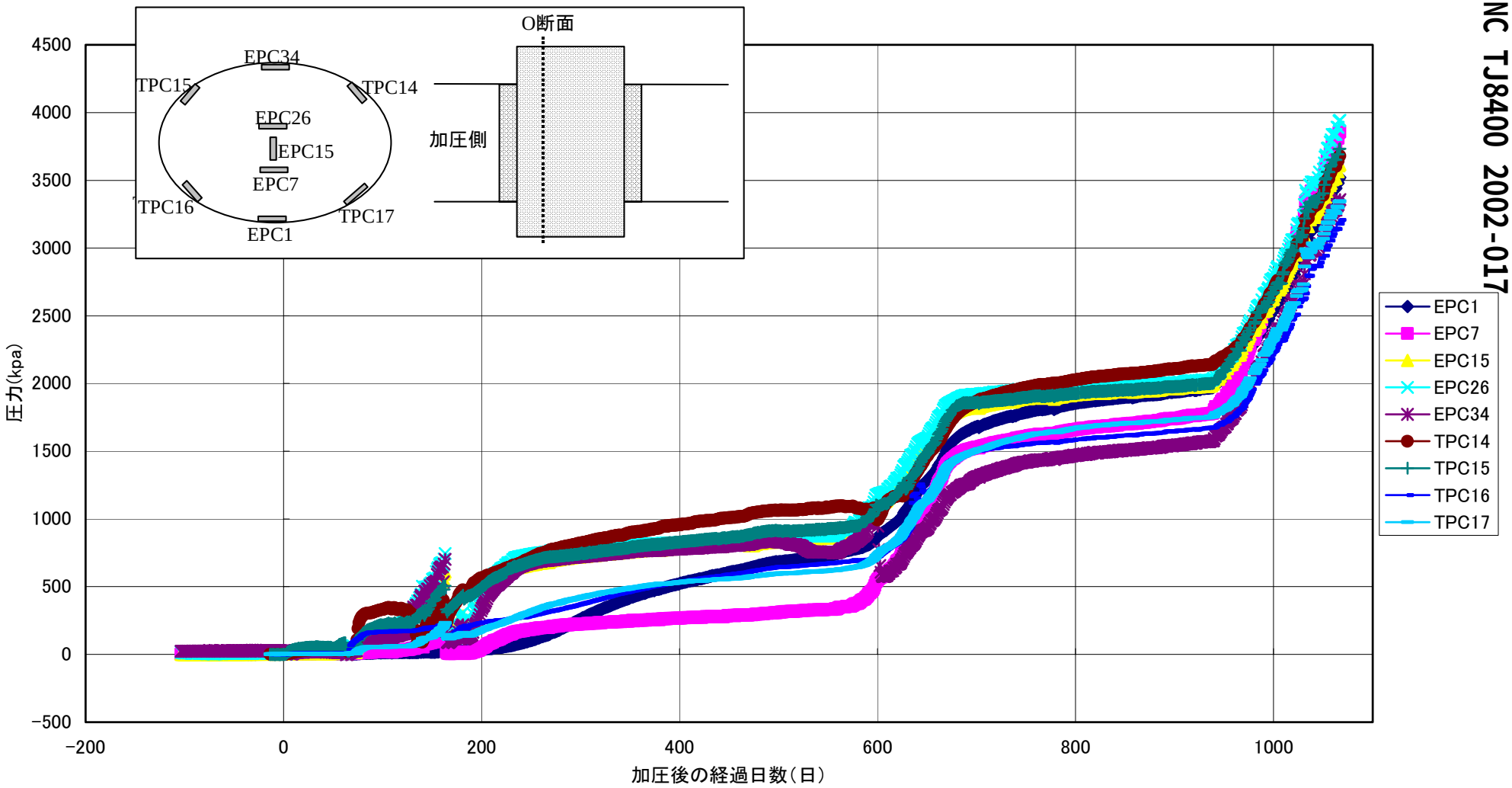
図－3．6　圧力計測結果(L－断面)



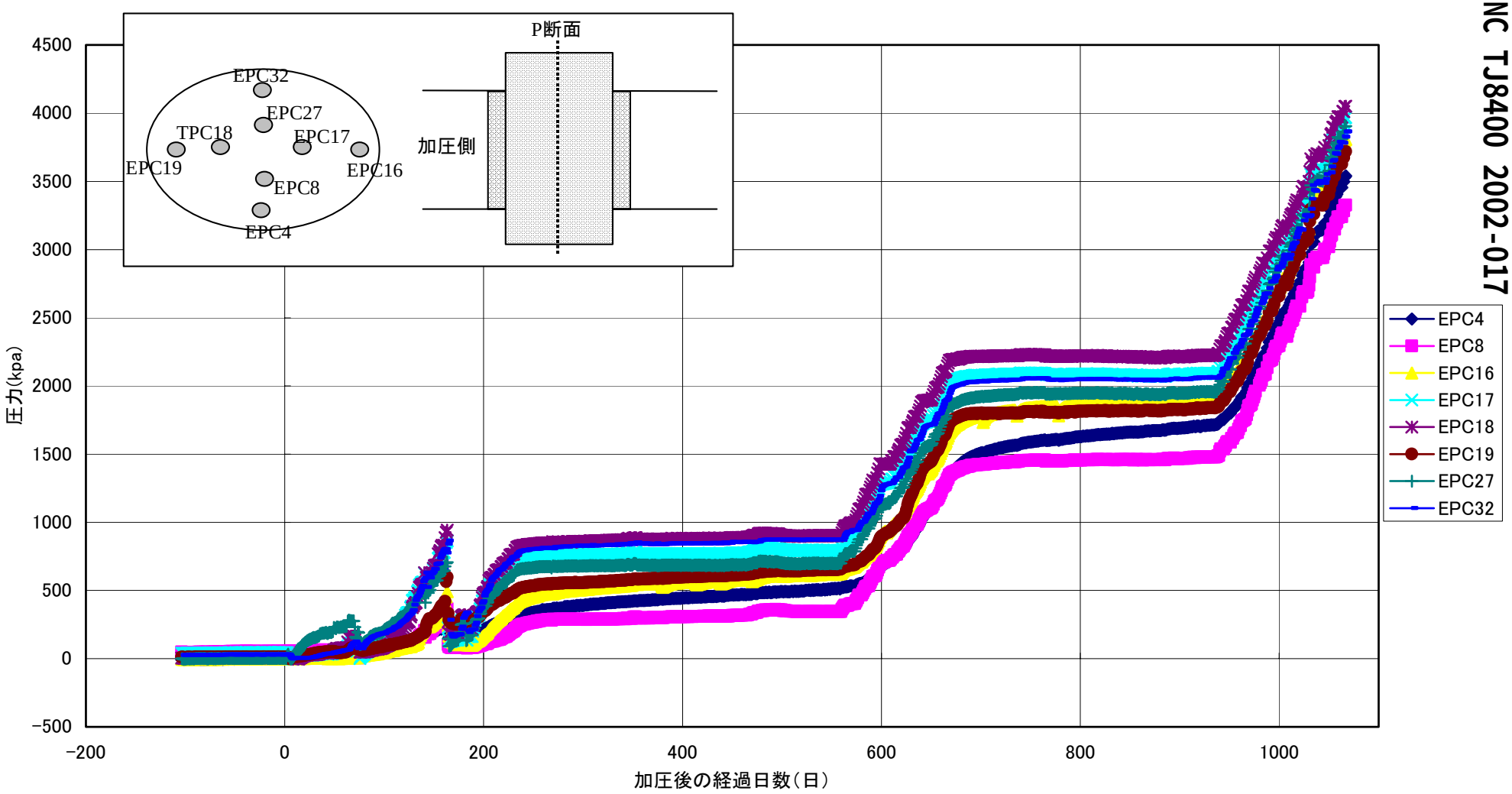
図－3．7　圧力計測結果(M－断面)



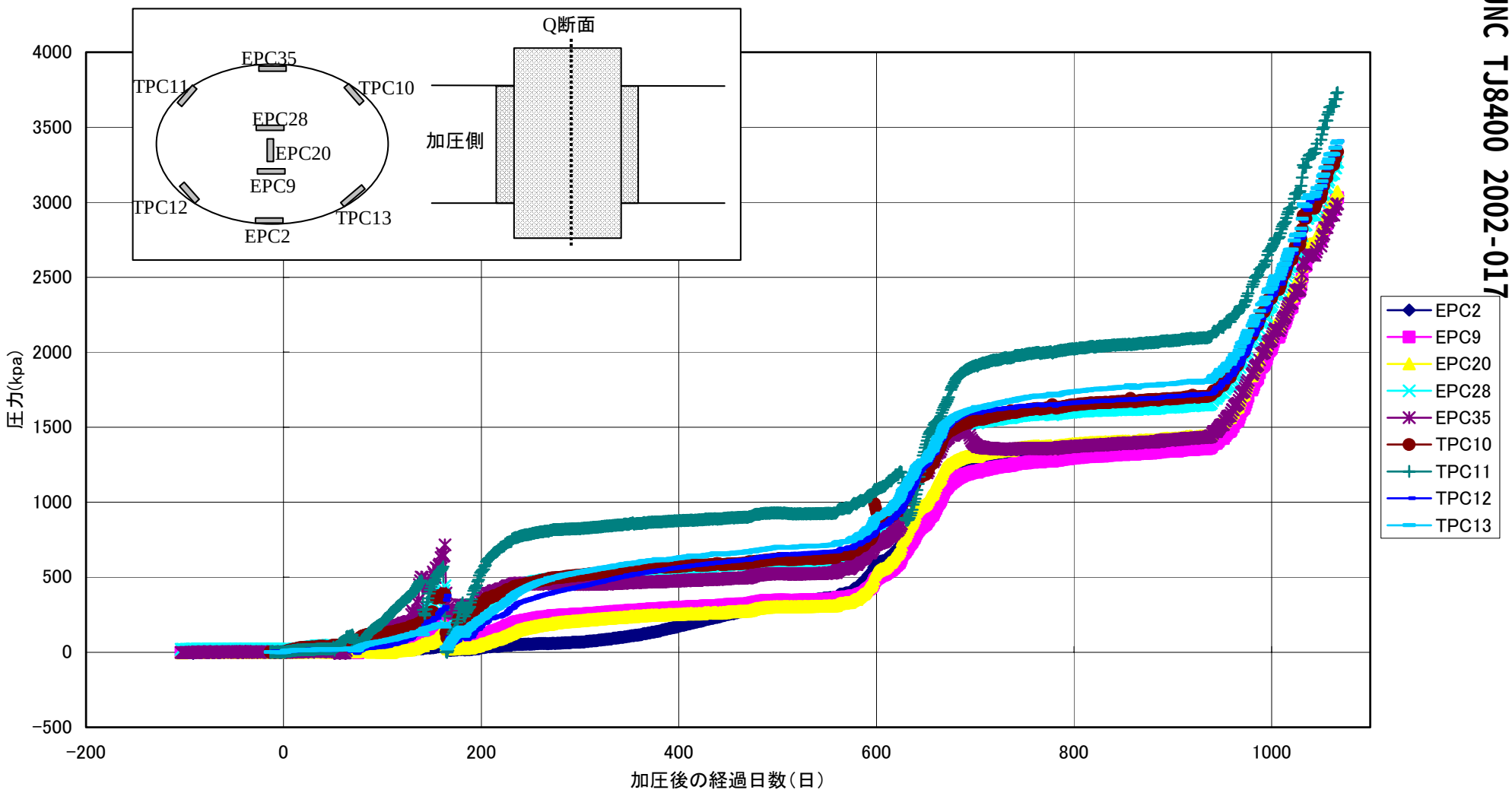
図－3．8　圧力計測結果(N－断面)



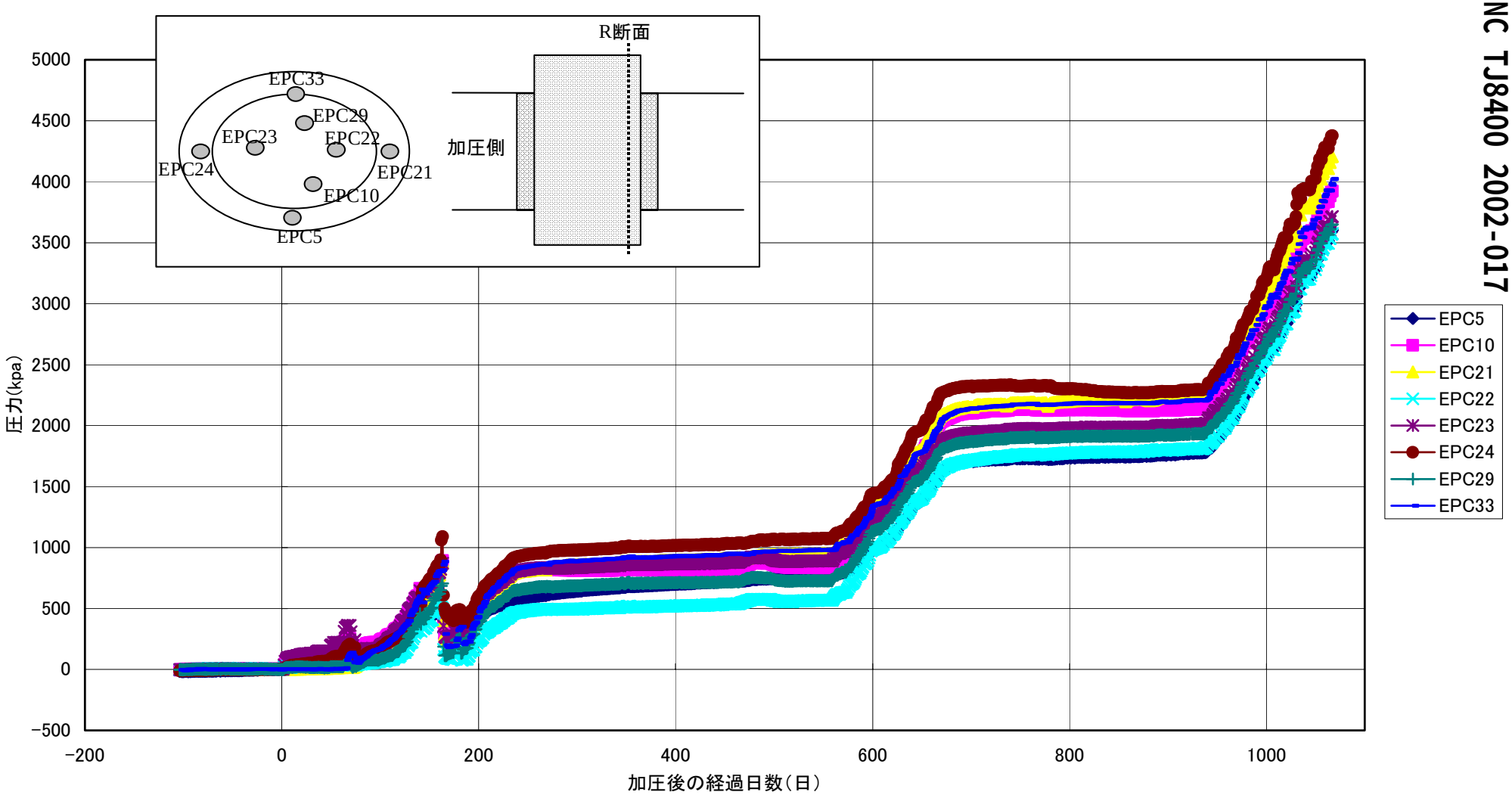
図－3．9　圧力計測結果(O－断面)



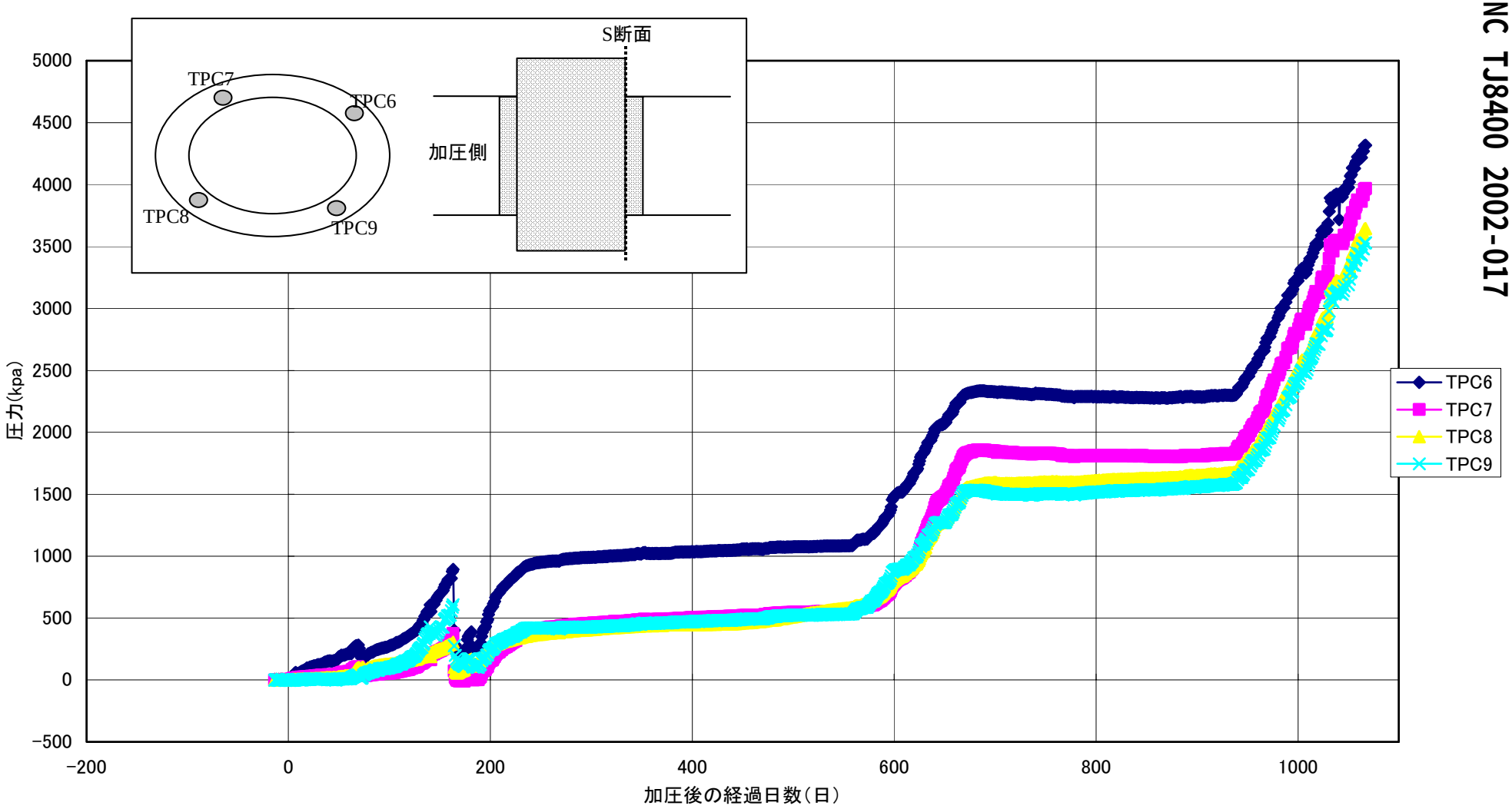
図－3．10　圧力計測結果(P－断面)



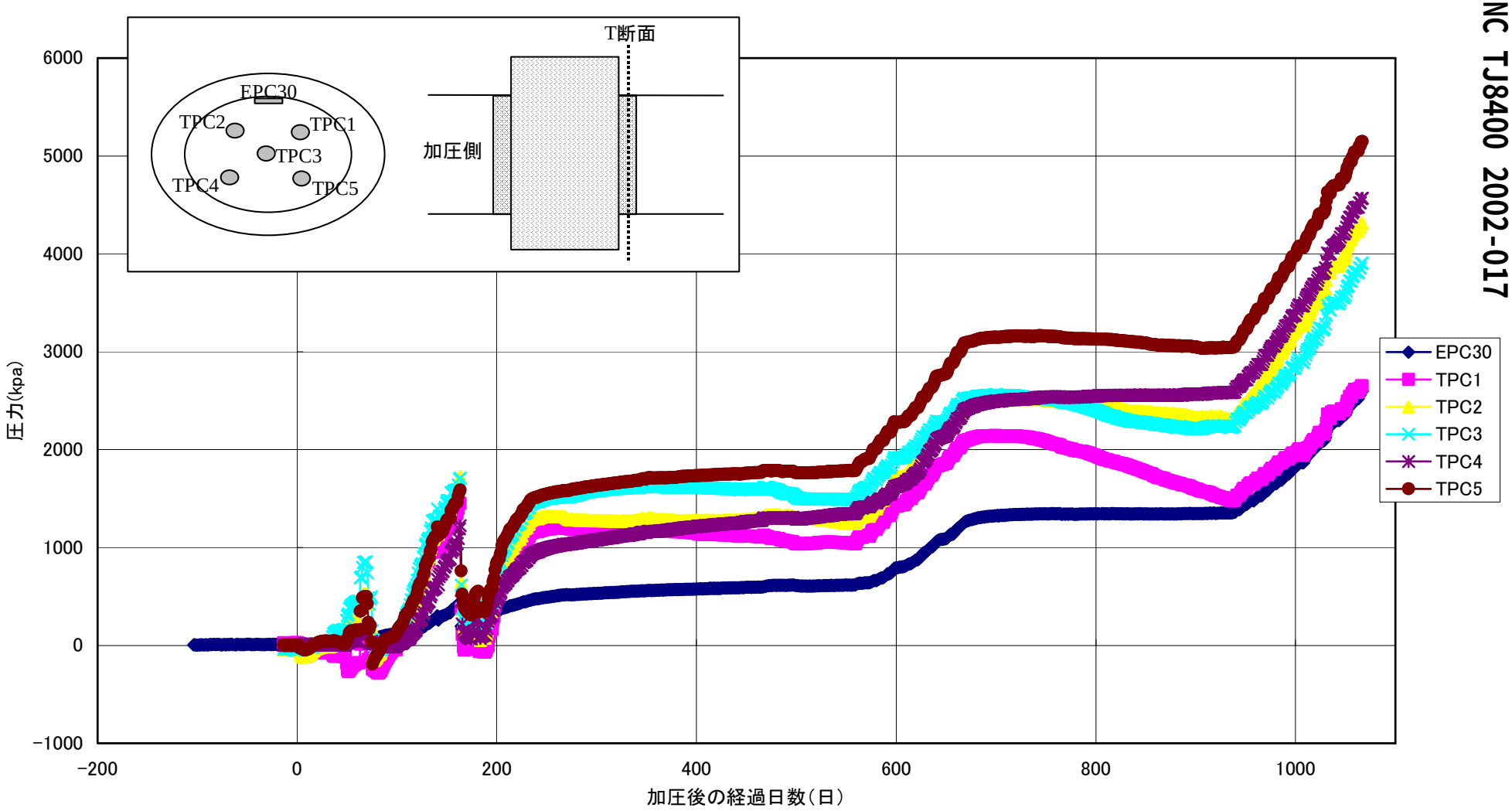
図－3．11　圧力計測結果(Q－断面)



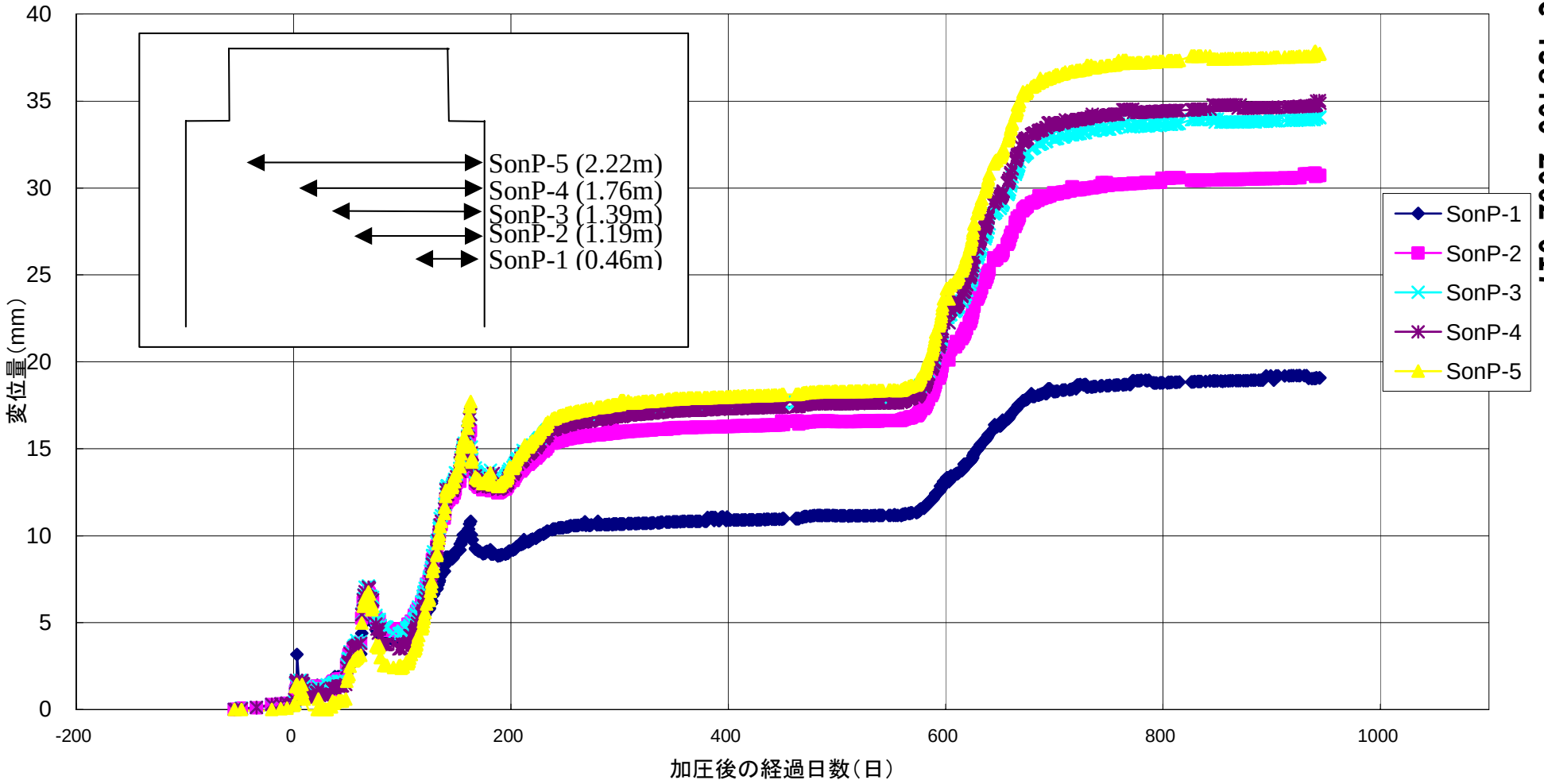
図－3．12　圧力計測結果(R－断面)



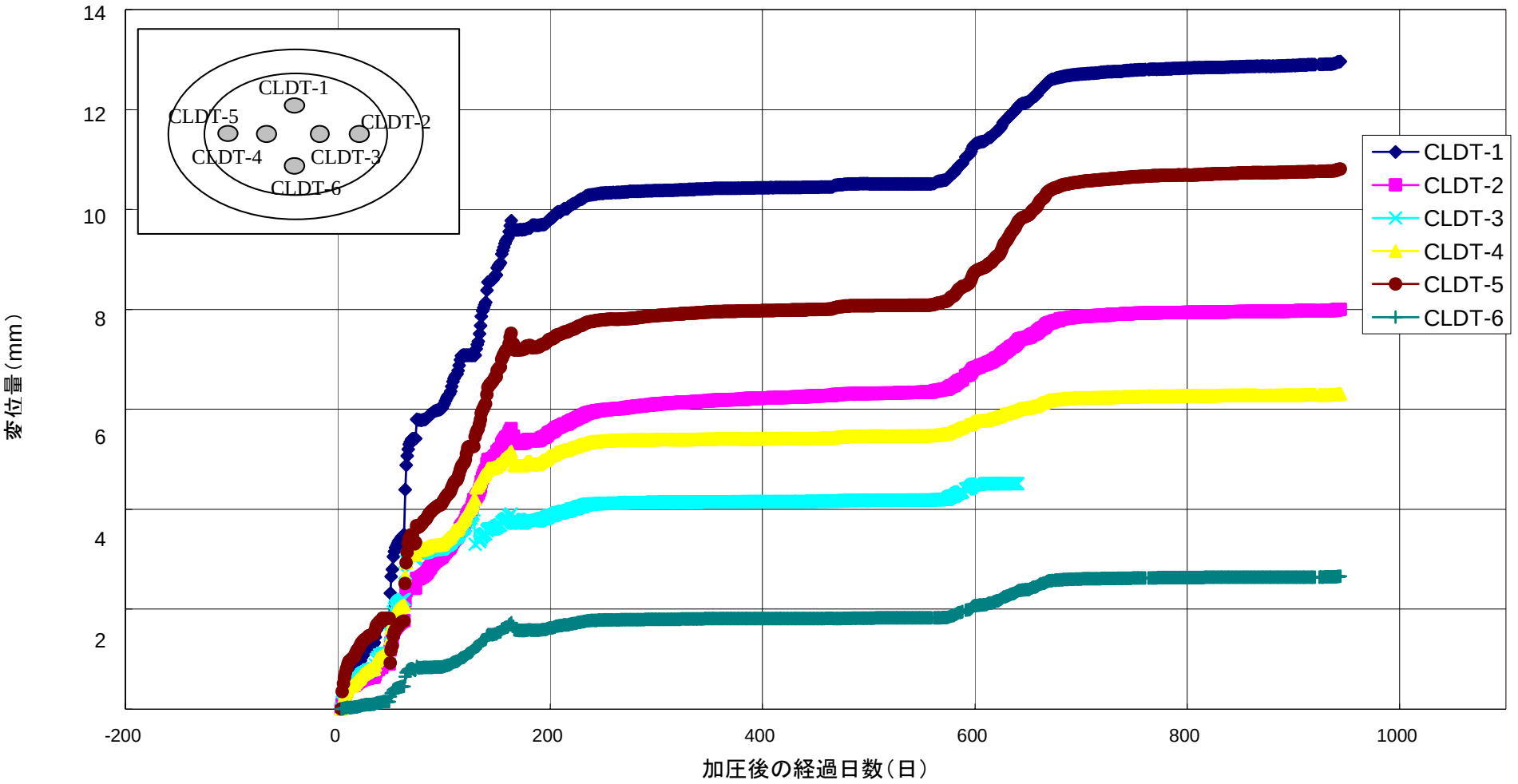
図－3．13　圧力計測結果(S－断面)



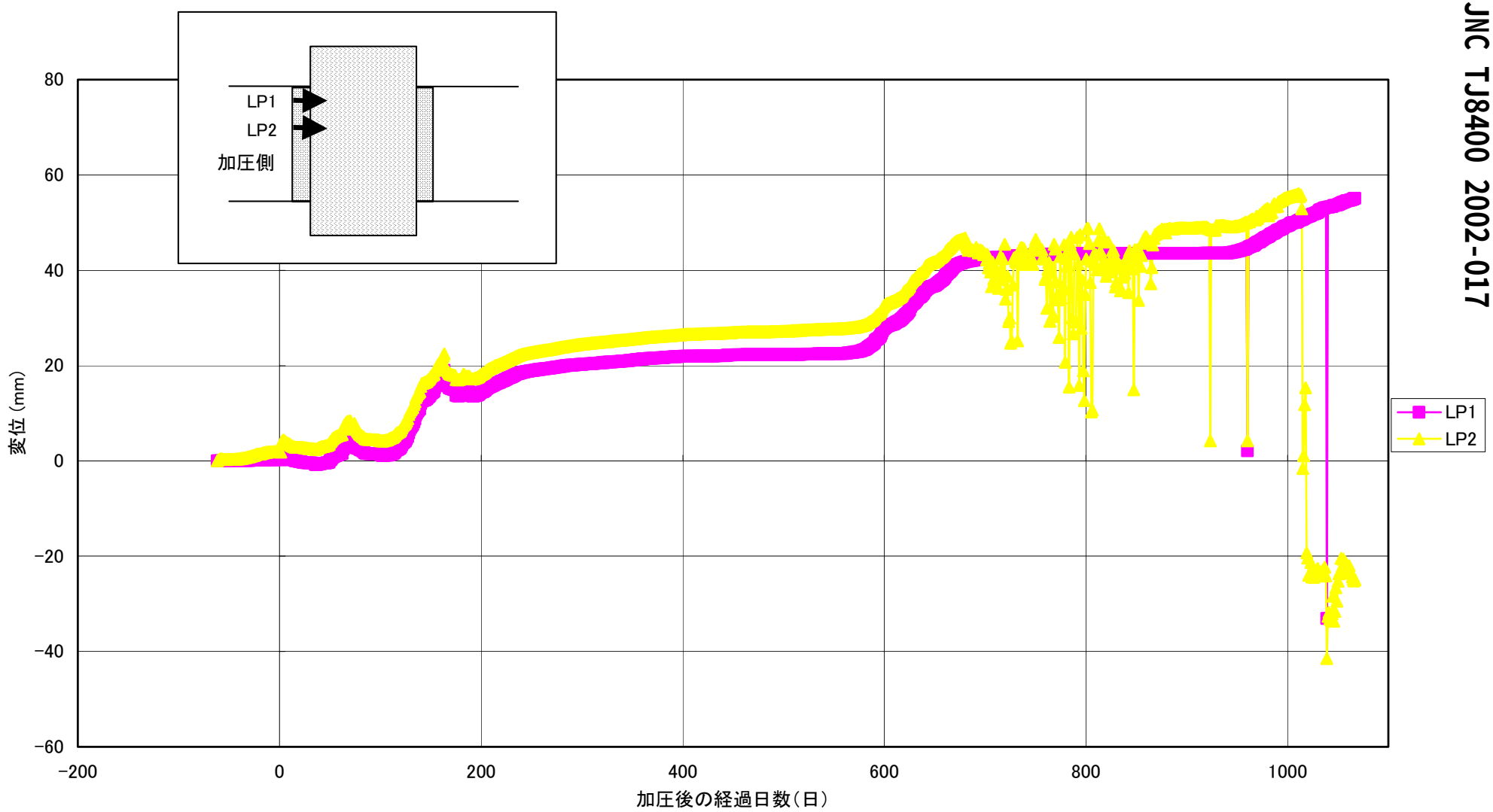
図－3．14　圧力計測結果(T－断面)



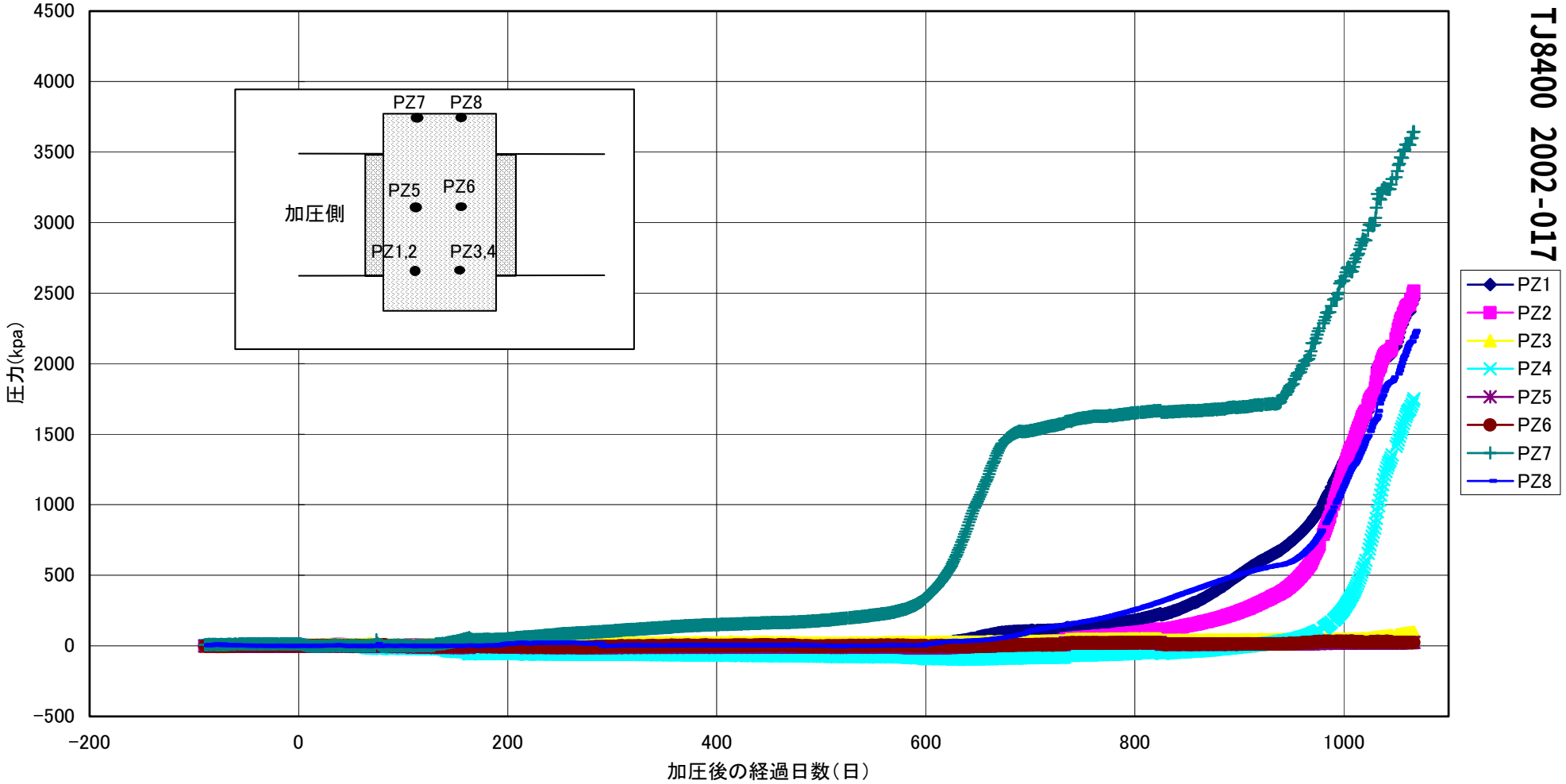
図－3．15　Sonic　Probe　計測結果



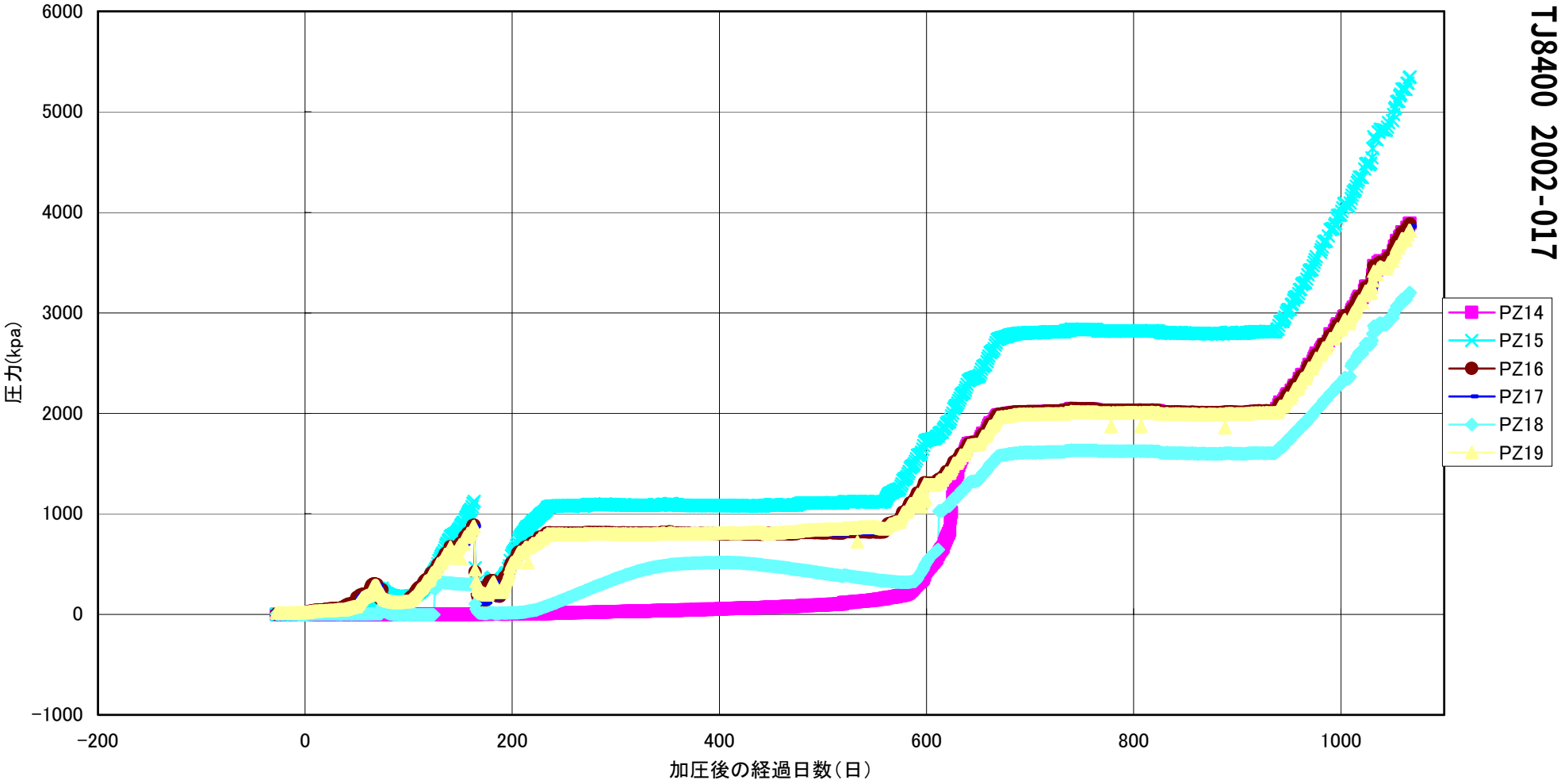
図－3．16　粘土プラグ下流面の変位計測結果



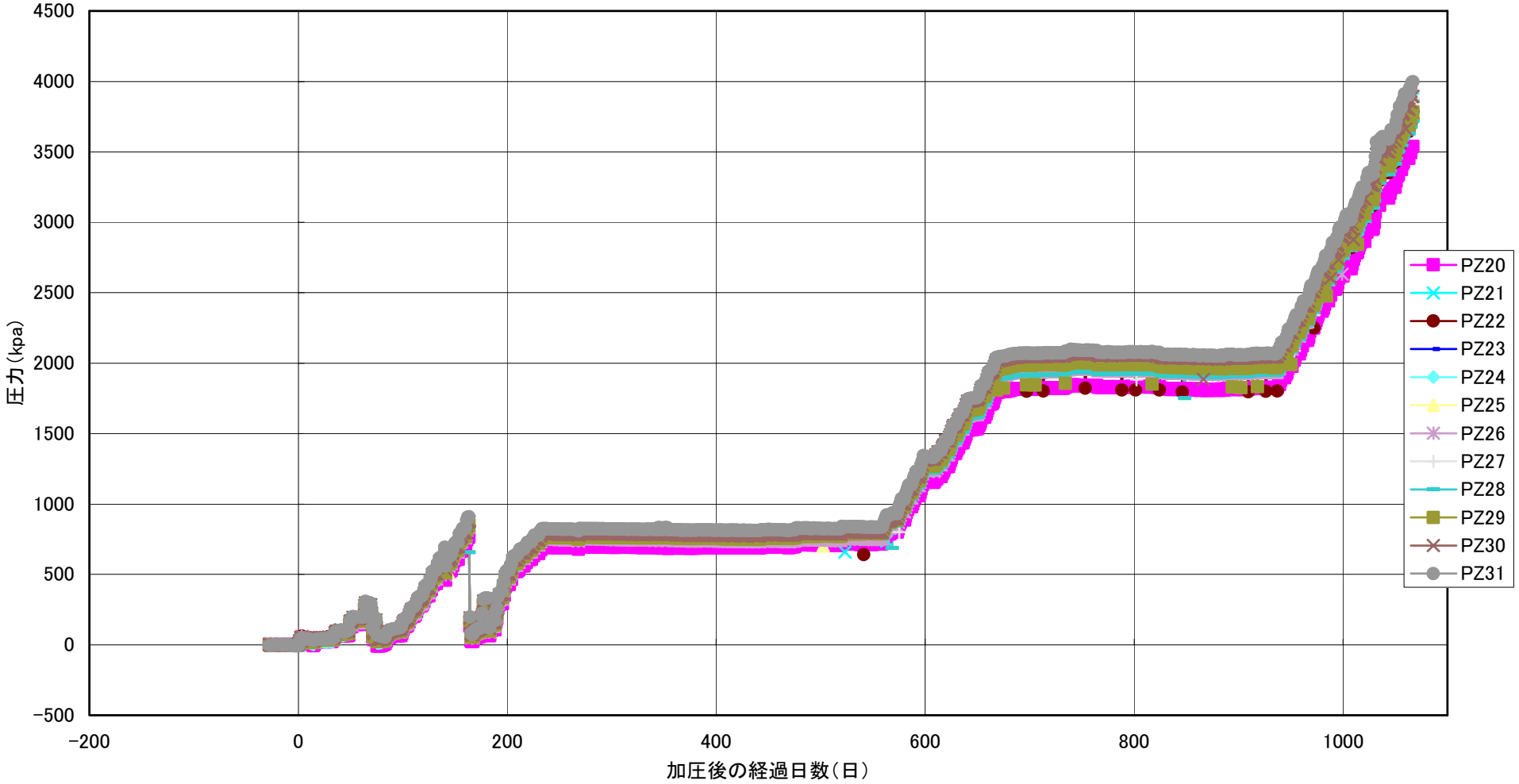
図－3．17　粘土プラグ加圧面の変位計測結果



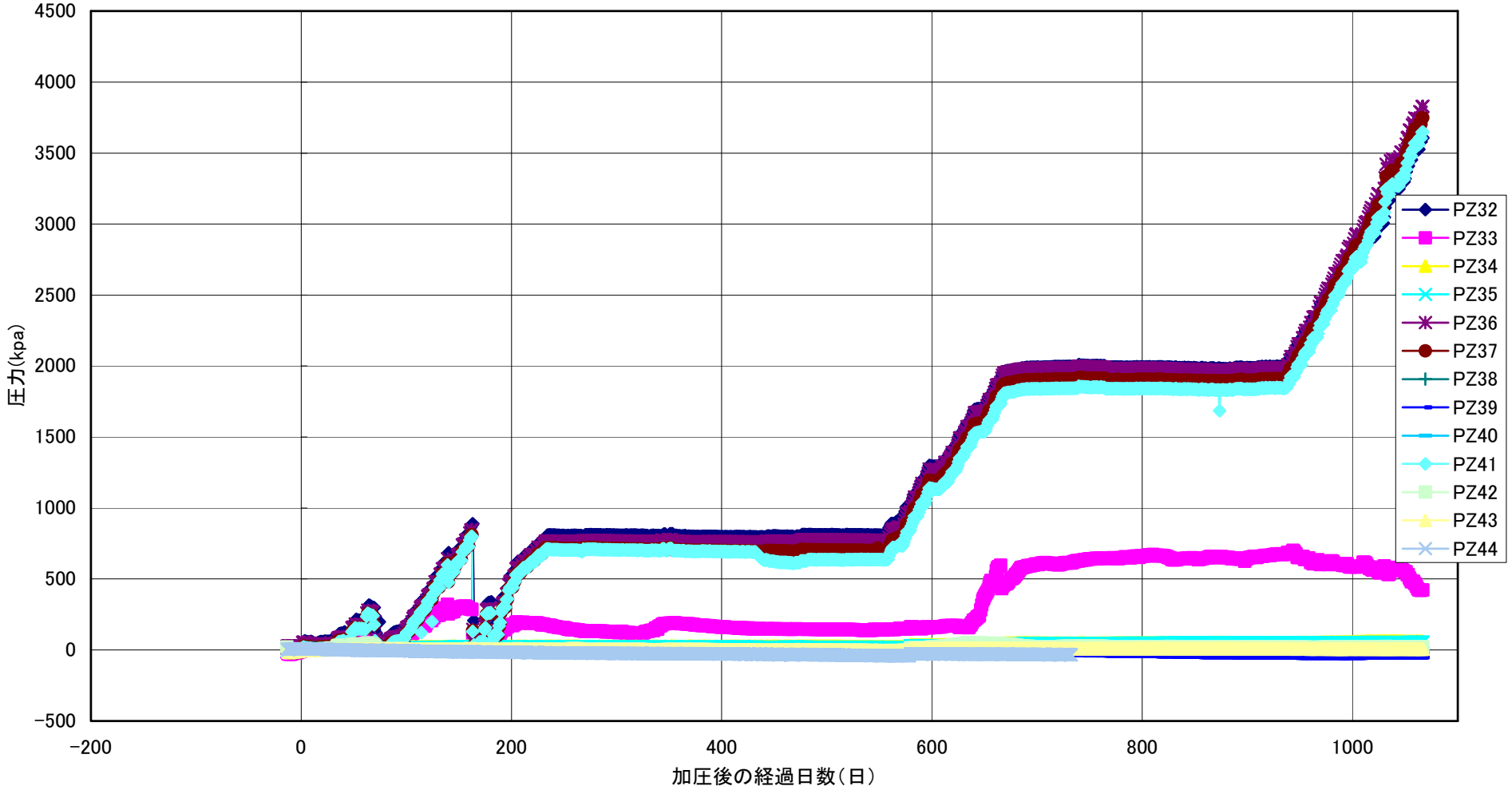
図－3．18 ピエゾメーター計測結果(粘土プラグ内)



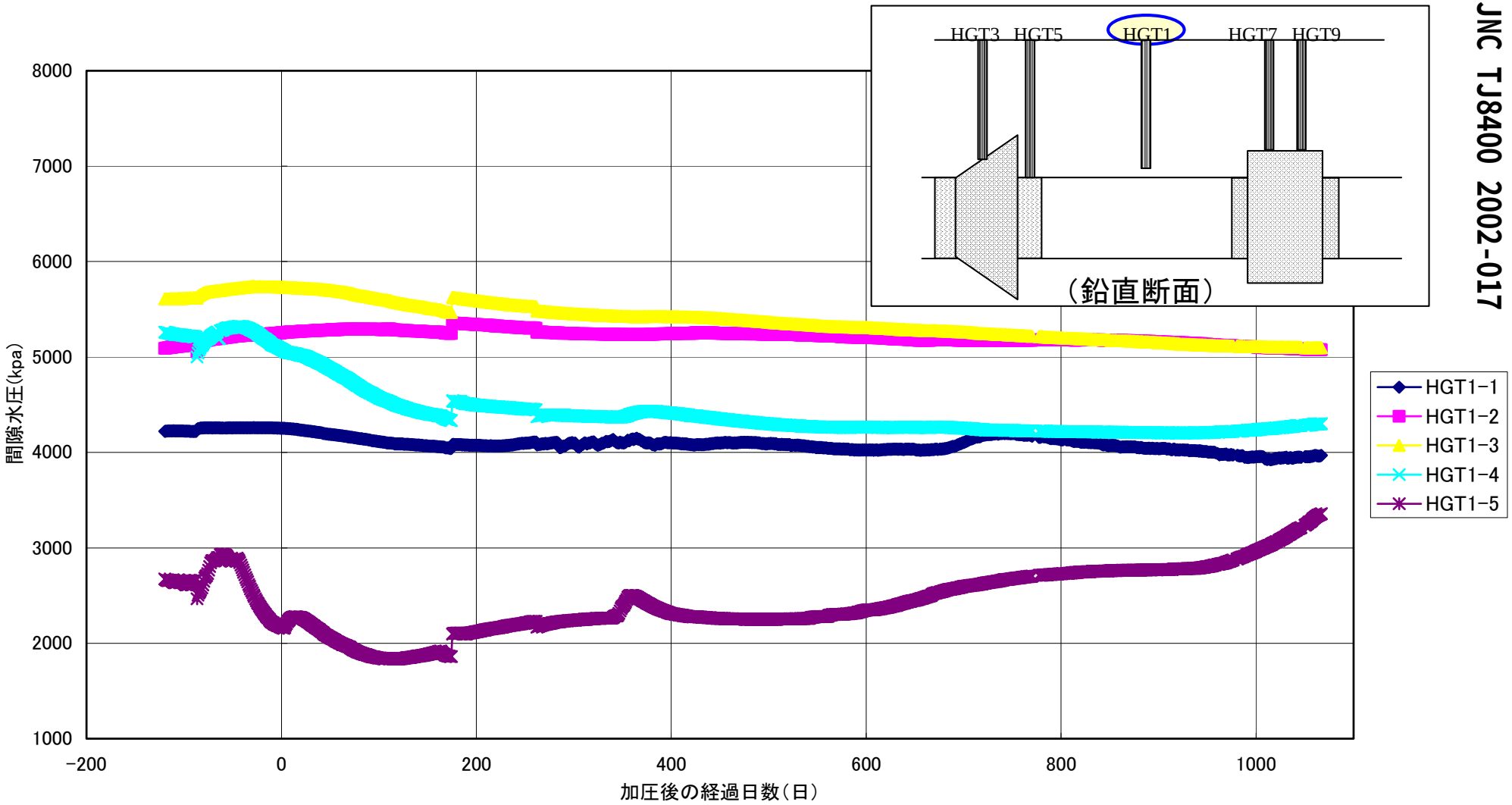
図－3．19　ピエゾメーター計測結果（チャンバー岩盤部）



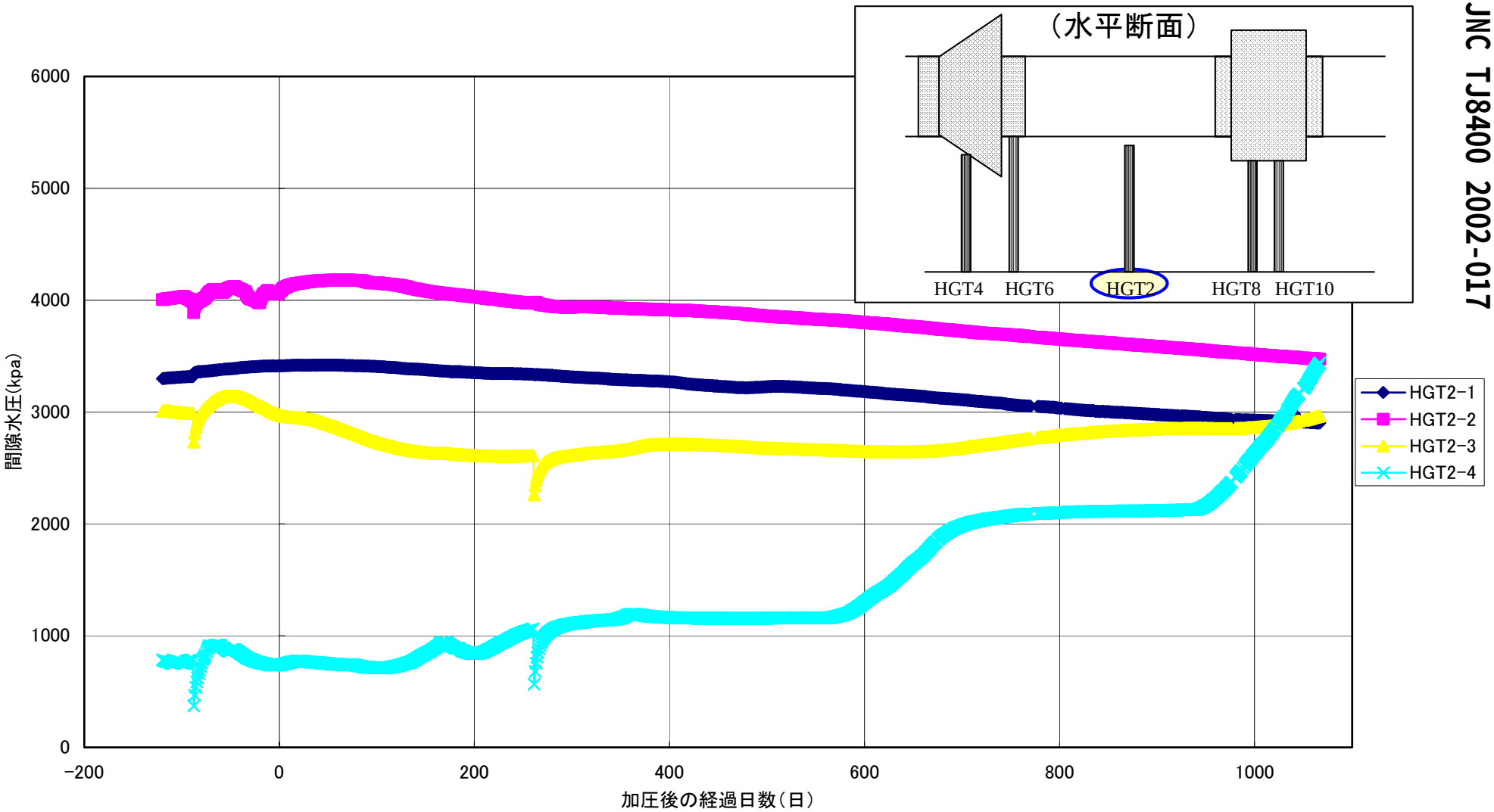
図－3．20 ピエゾメーター計測結果(チャンバー内)



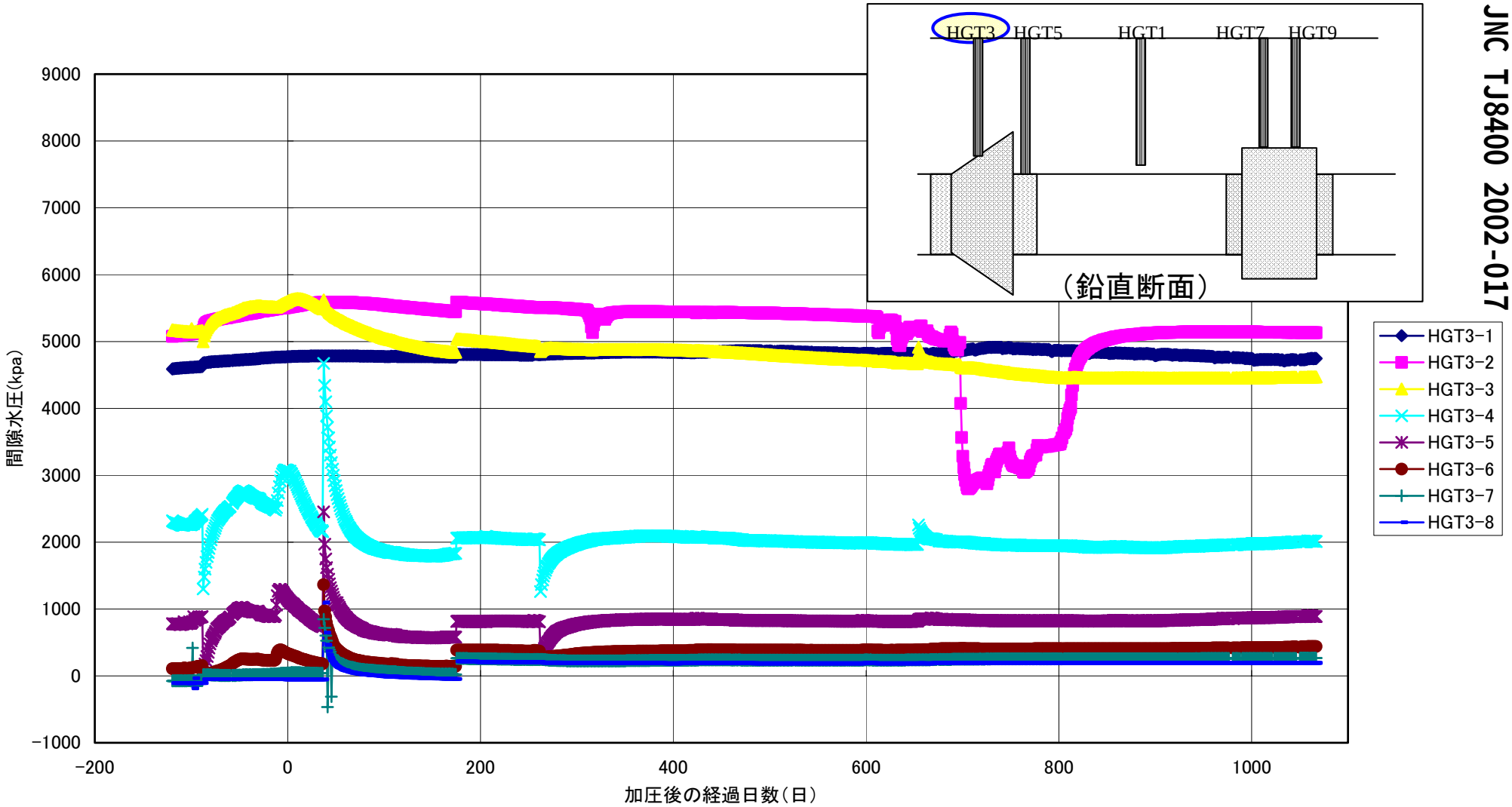
図－3．21　ピエゾメーター計測結果(コンクリートプラグ内)



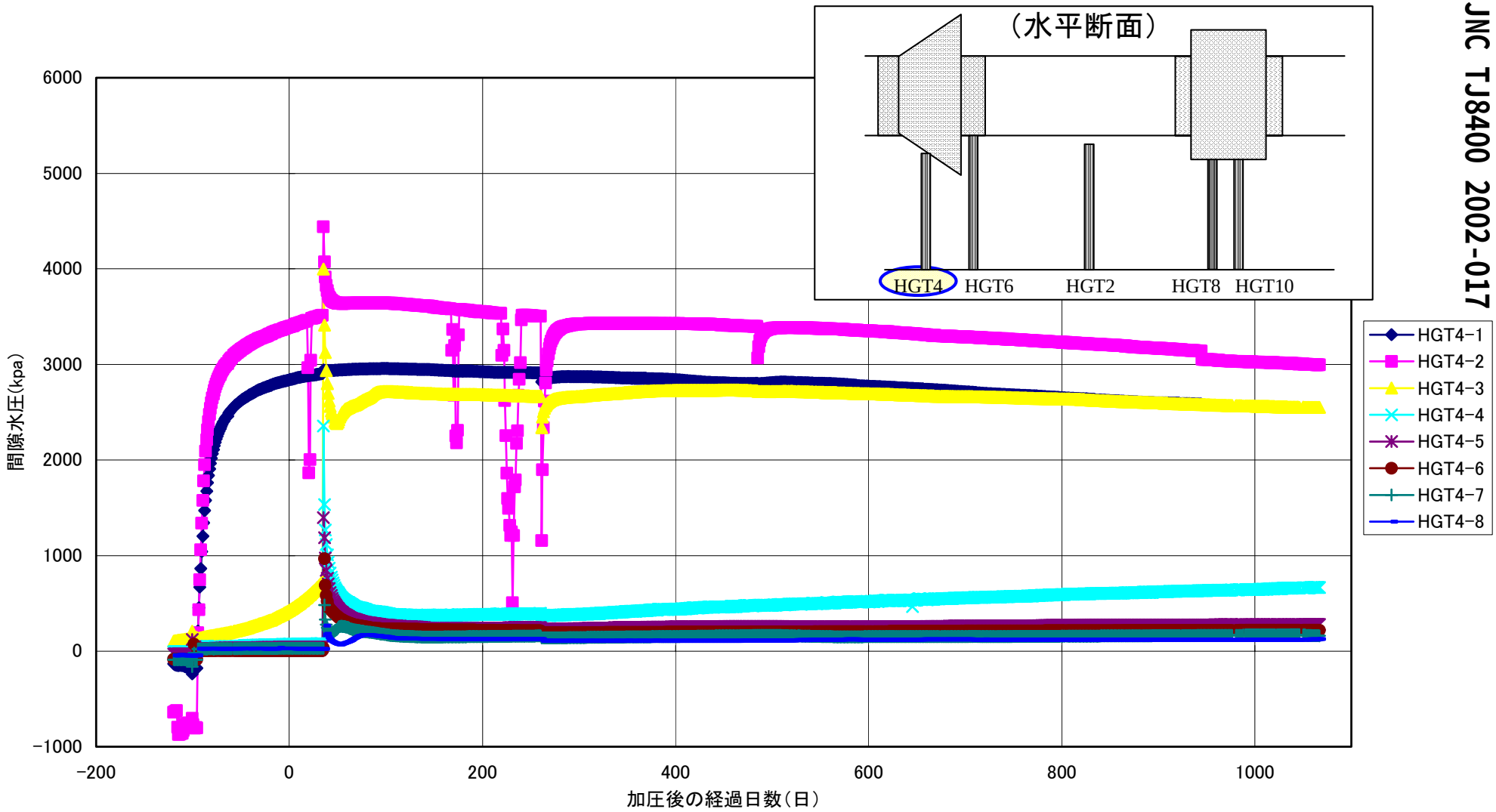
図－3．22　間隙水圧計測結果（HGT－1）



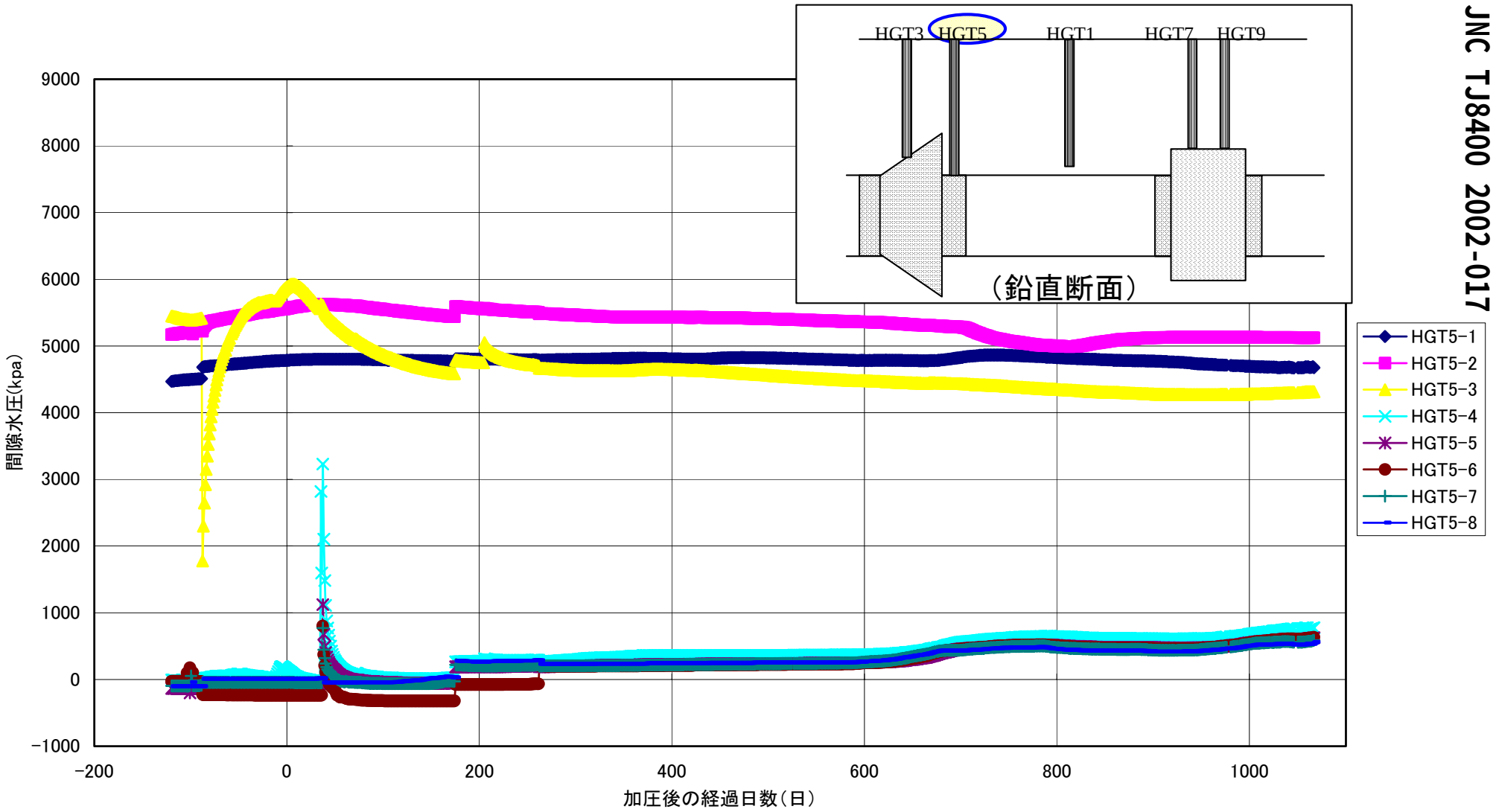
図－3．23　間隙水圧計測結果（HGT－2）



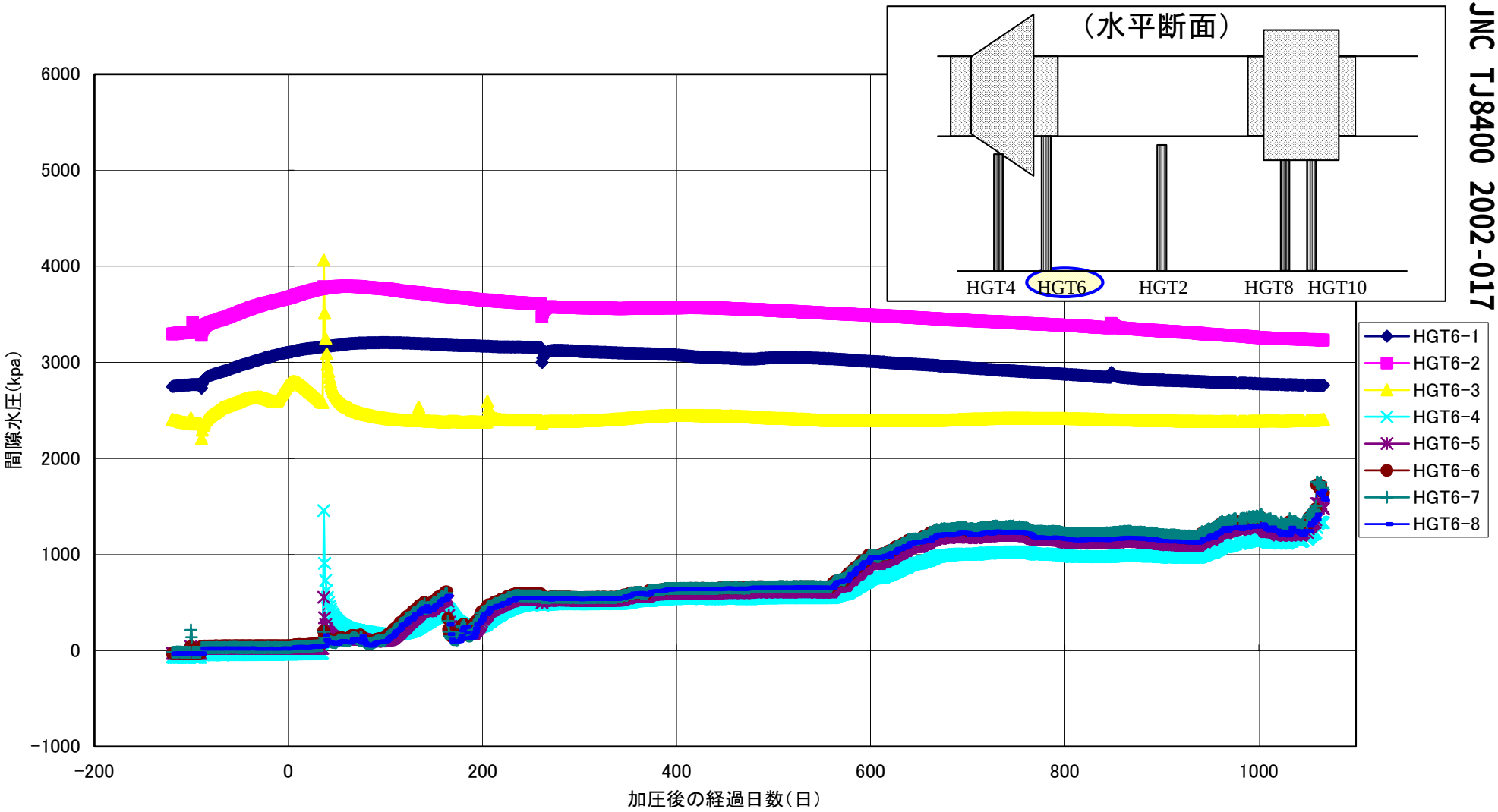
図－3．24　間隙水圧計測結果（HGT－3）



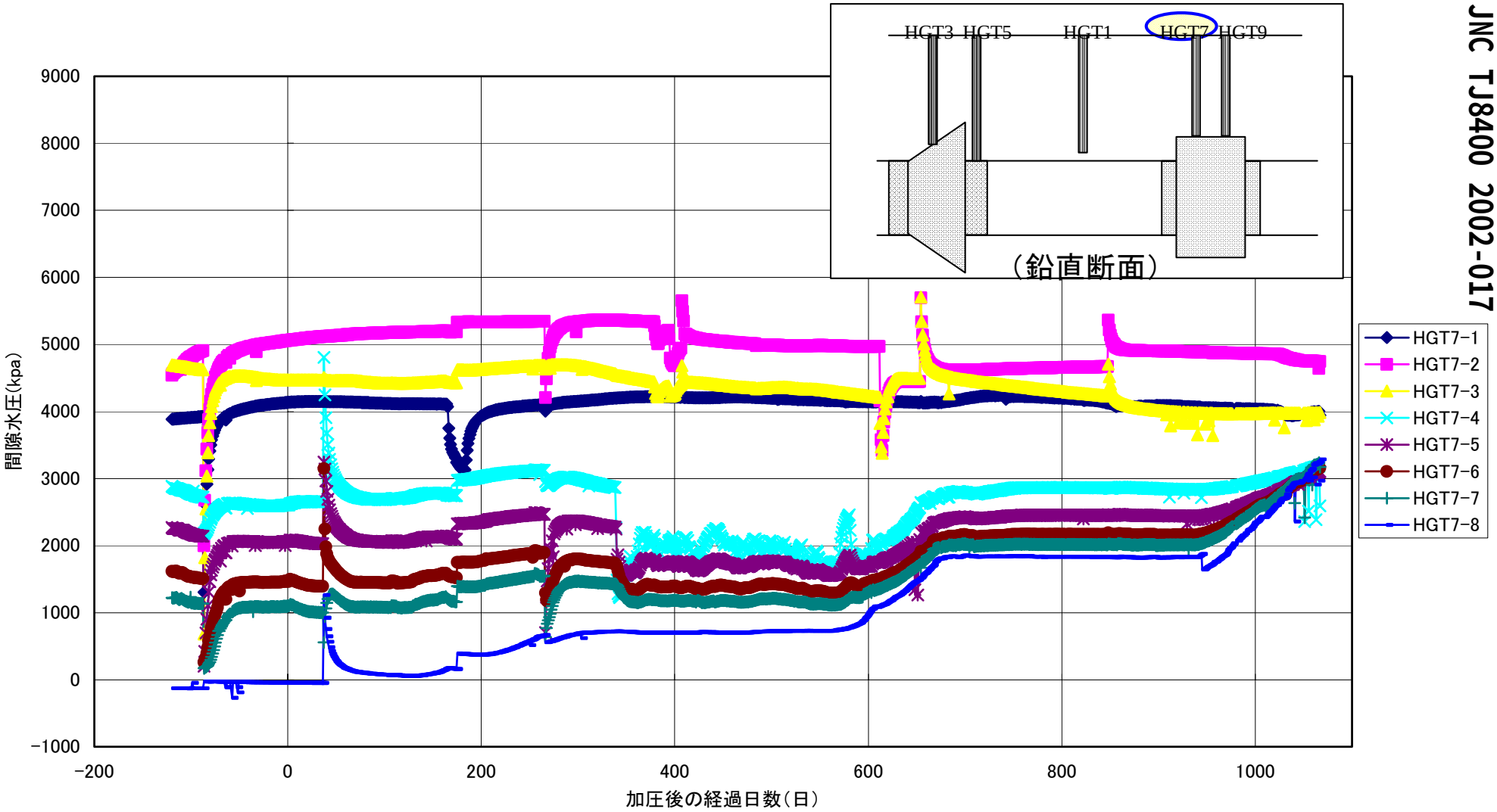
図－3．25　間隙水圧計測結果(HGT－4)



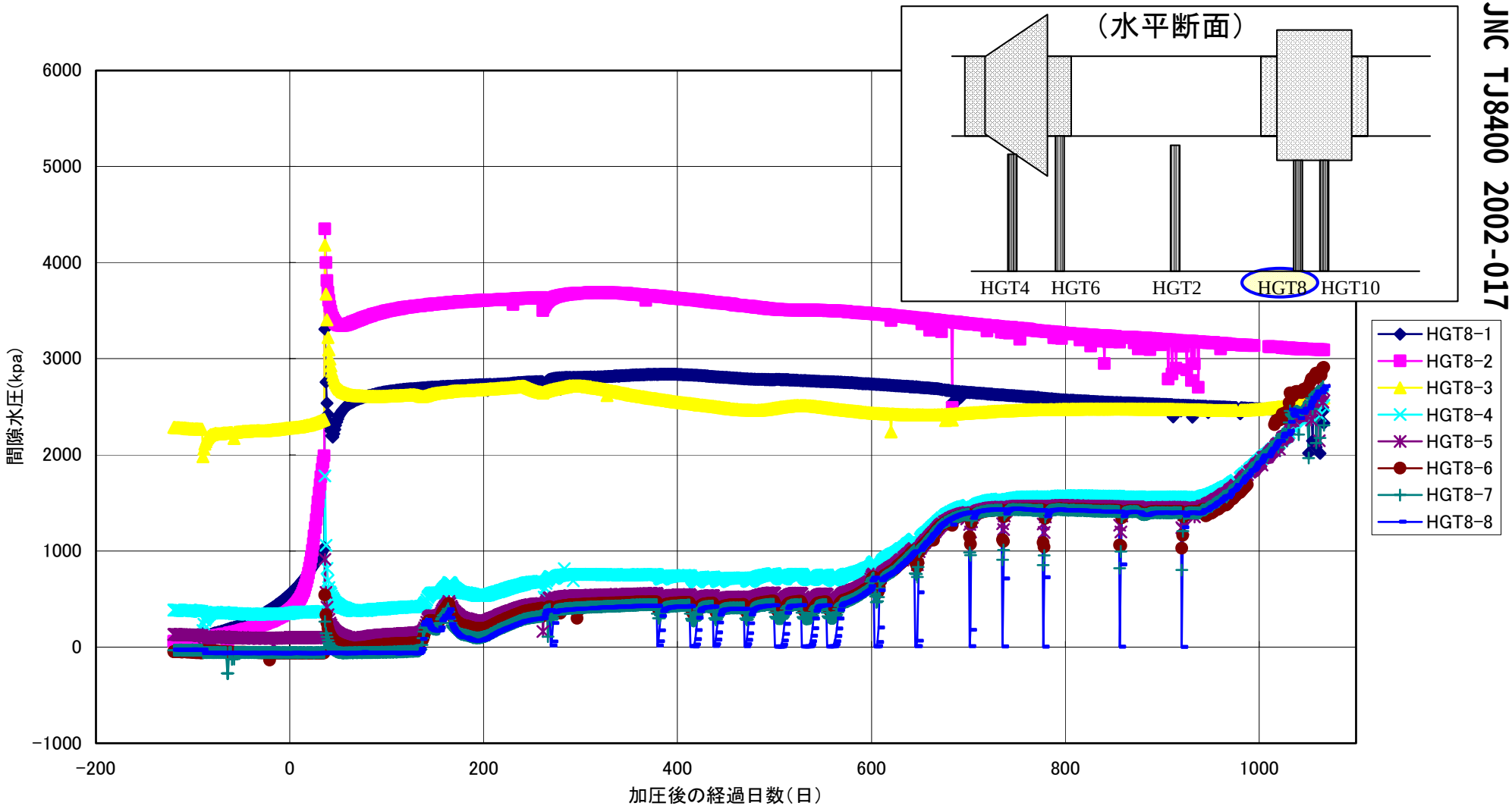
図－3．26　間隙水圧計測結果（HGT－5）



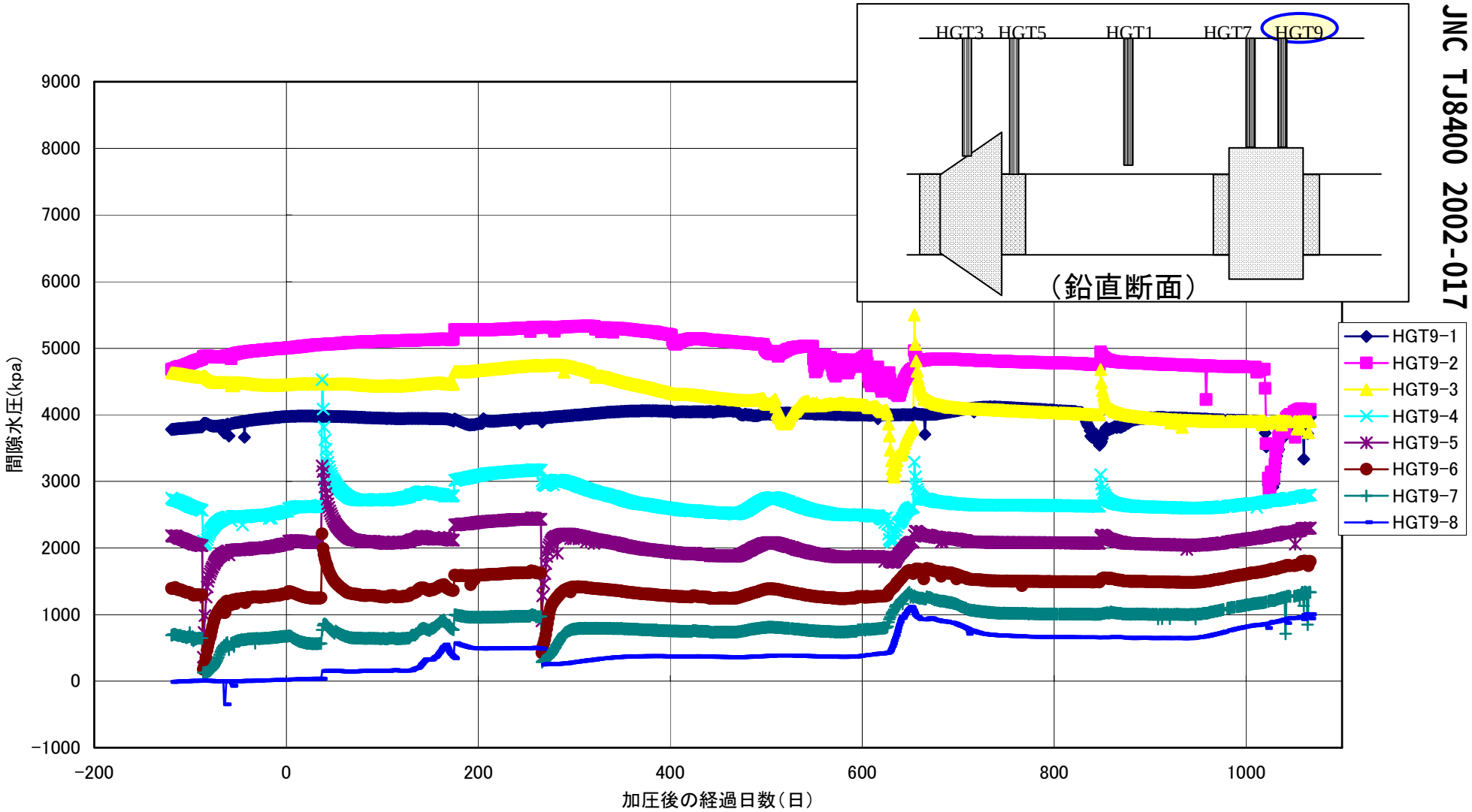
図－3．27　間隙水圧計測結果(HGT－6)



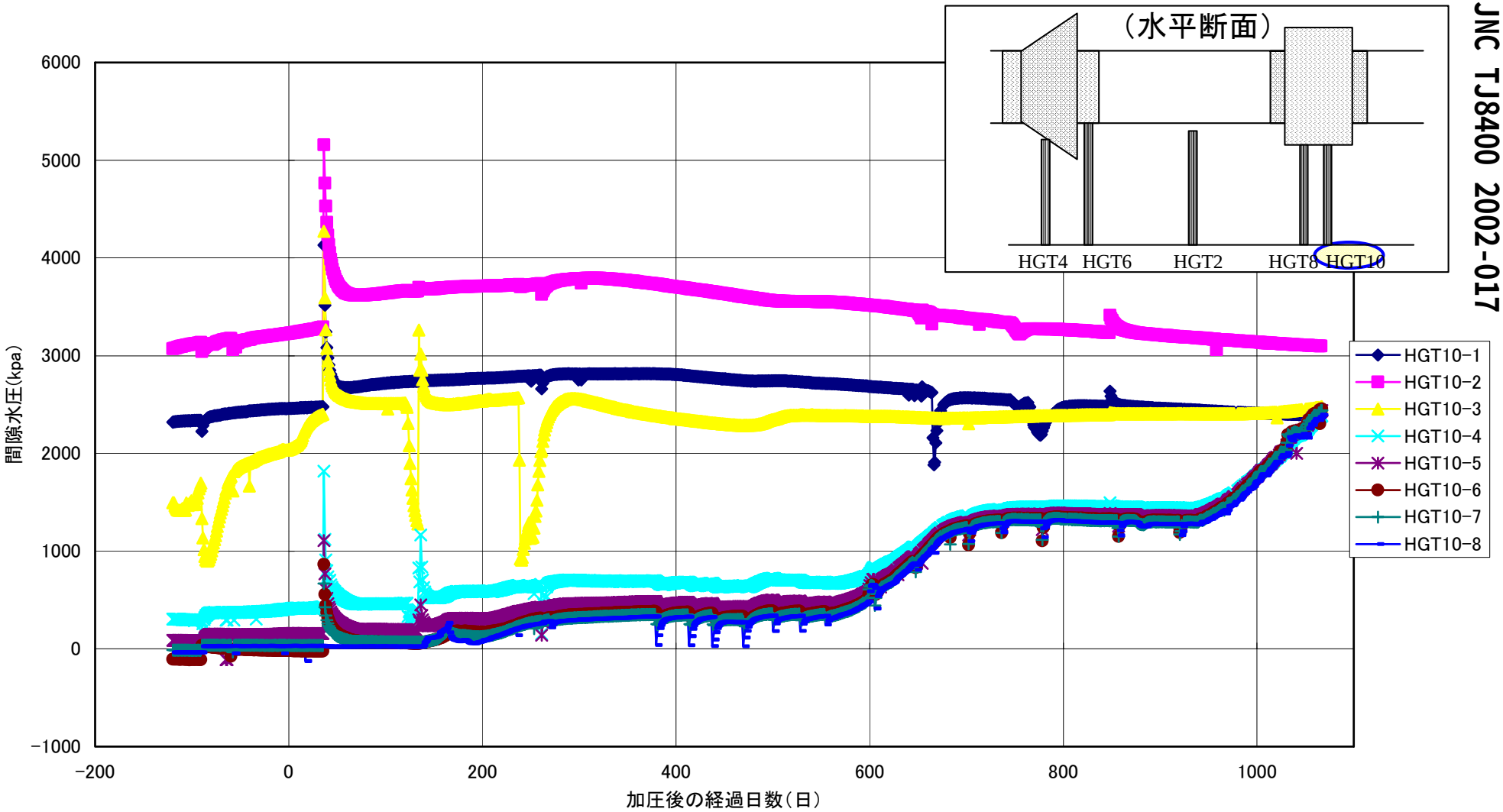
図－3．28　間隙水圧計測結果(HGT－7)



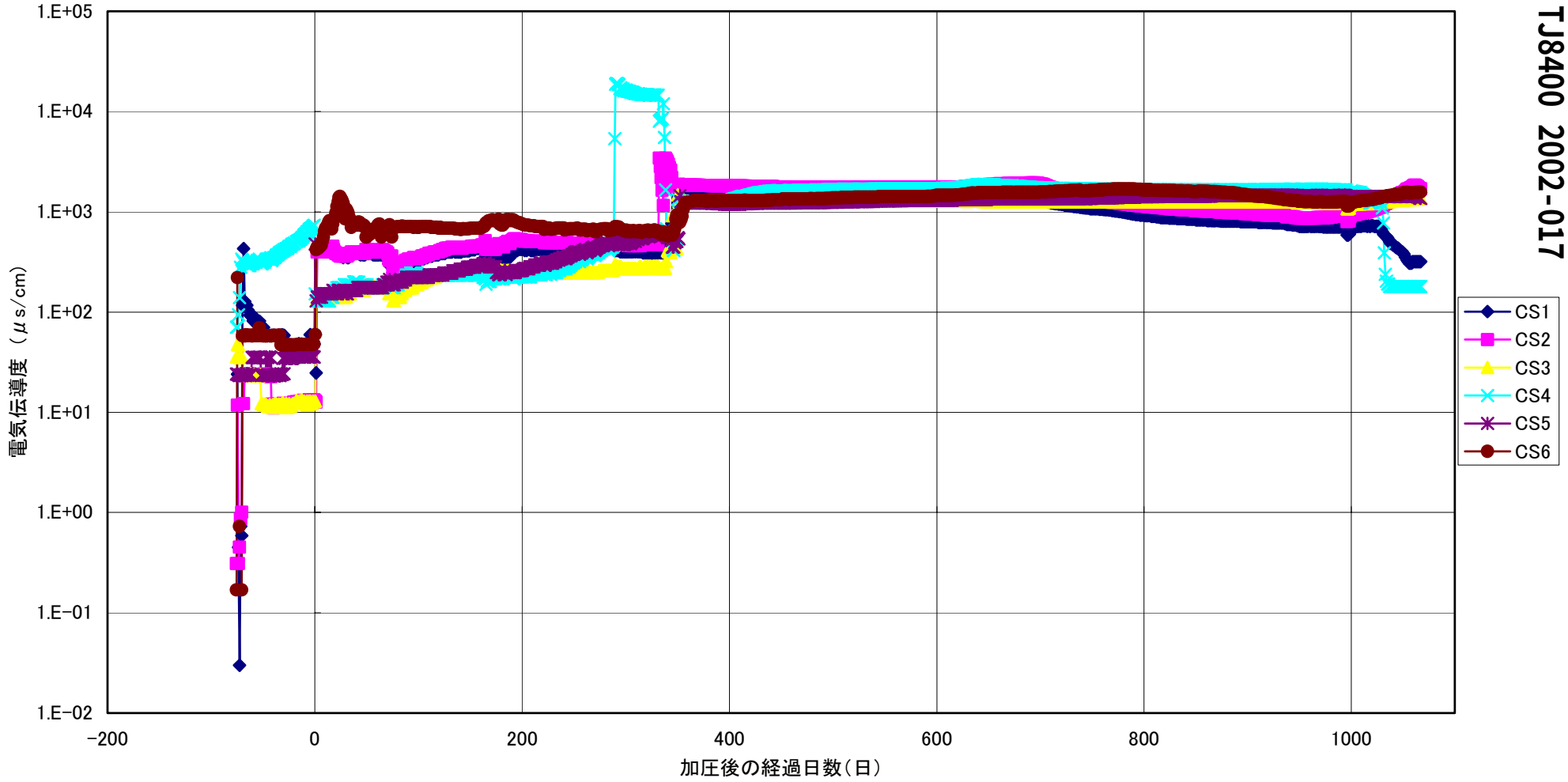
図－3．29　間隙水圧計測結果(HGT－8)



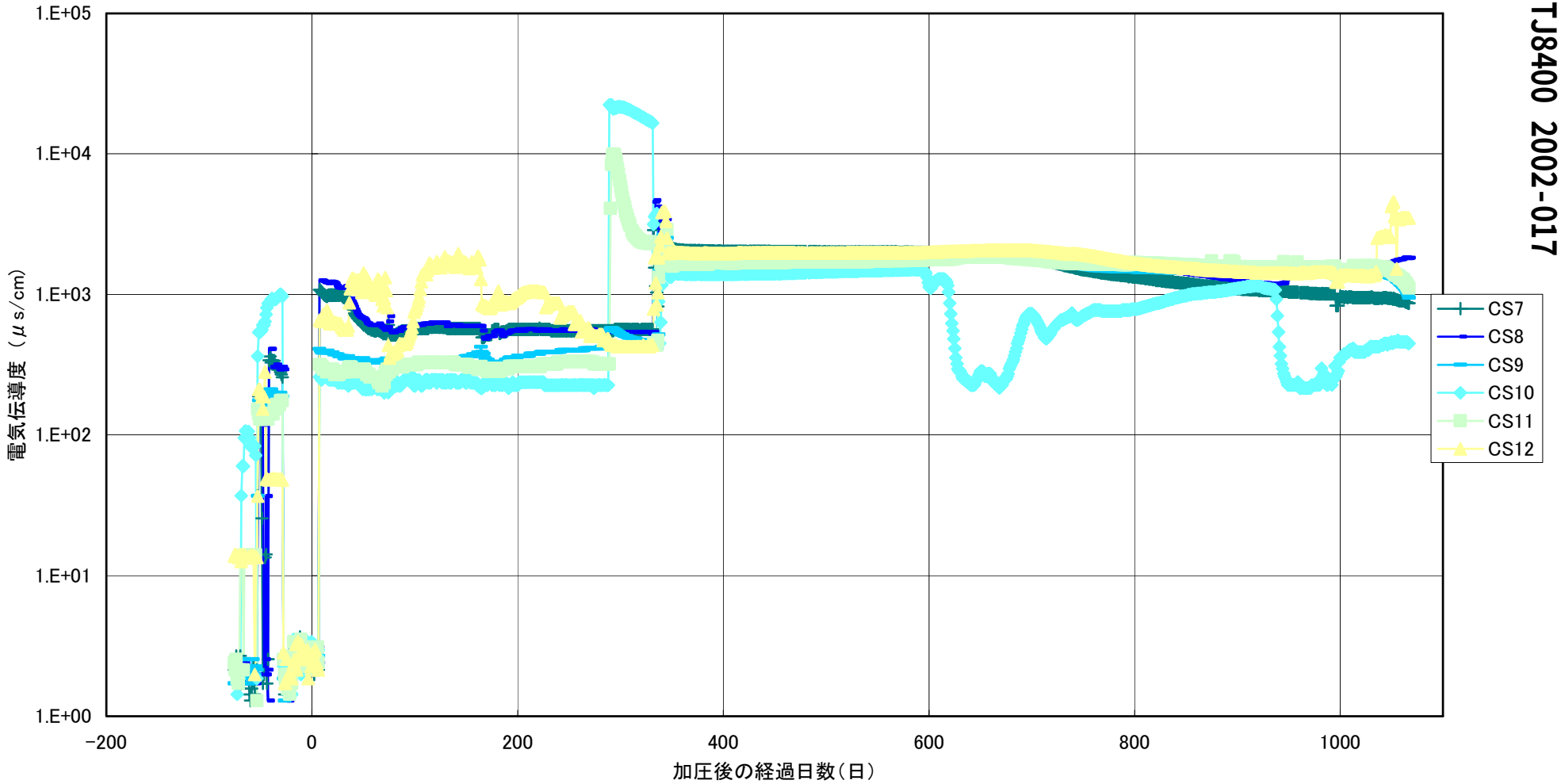
図－3．30　間隙水圧計測結果（HGT－9）



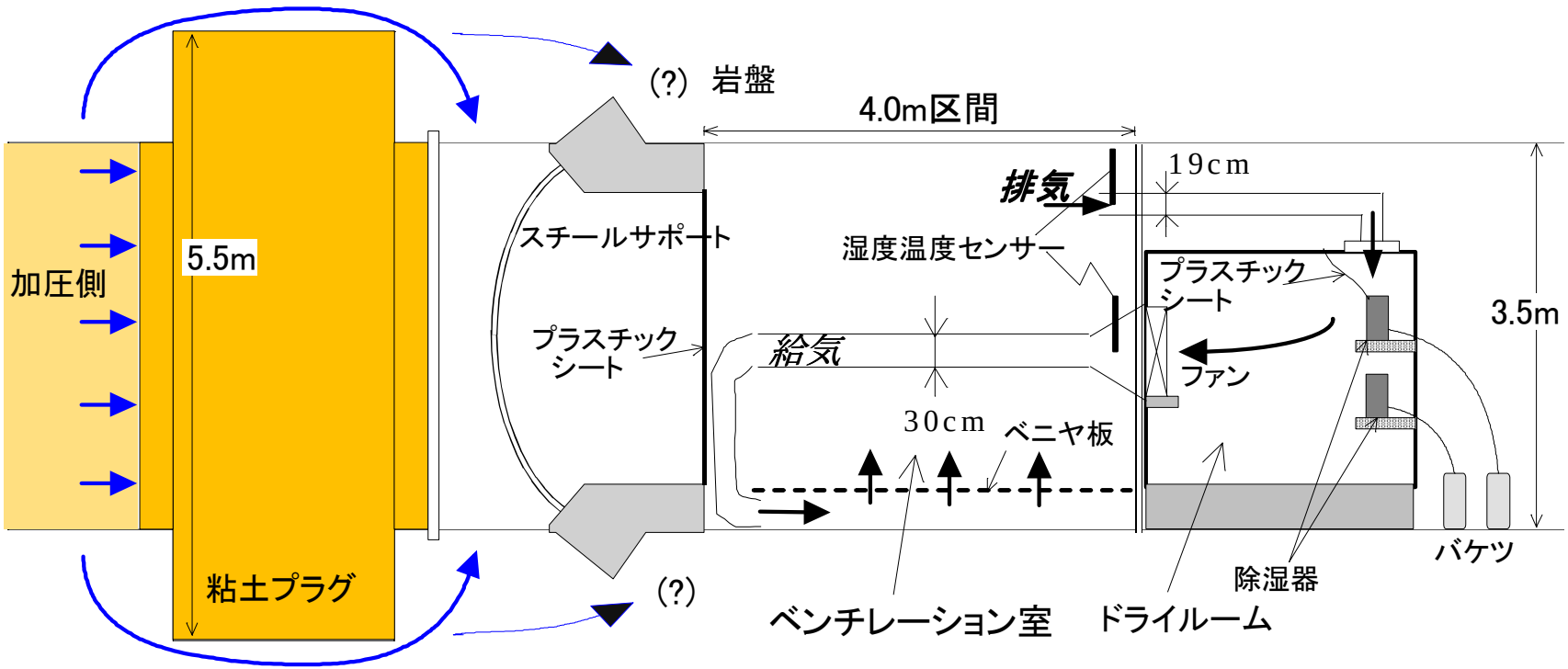
図－3．31　間隙水圧計測結果(HGT－10)



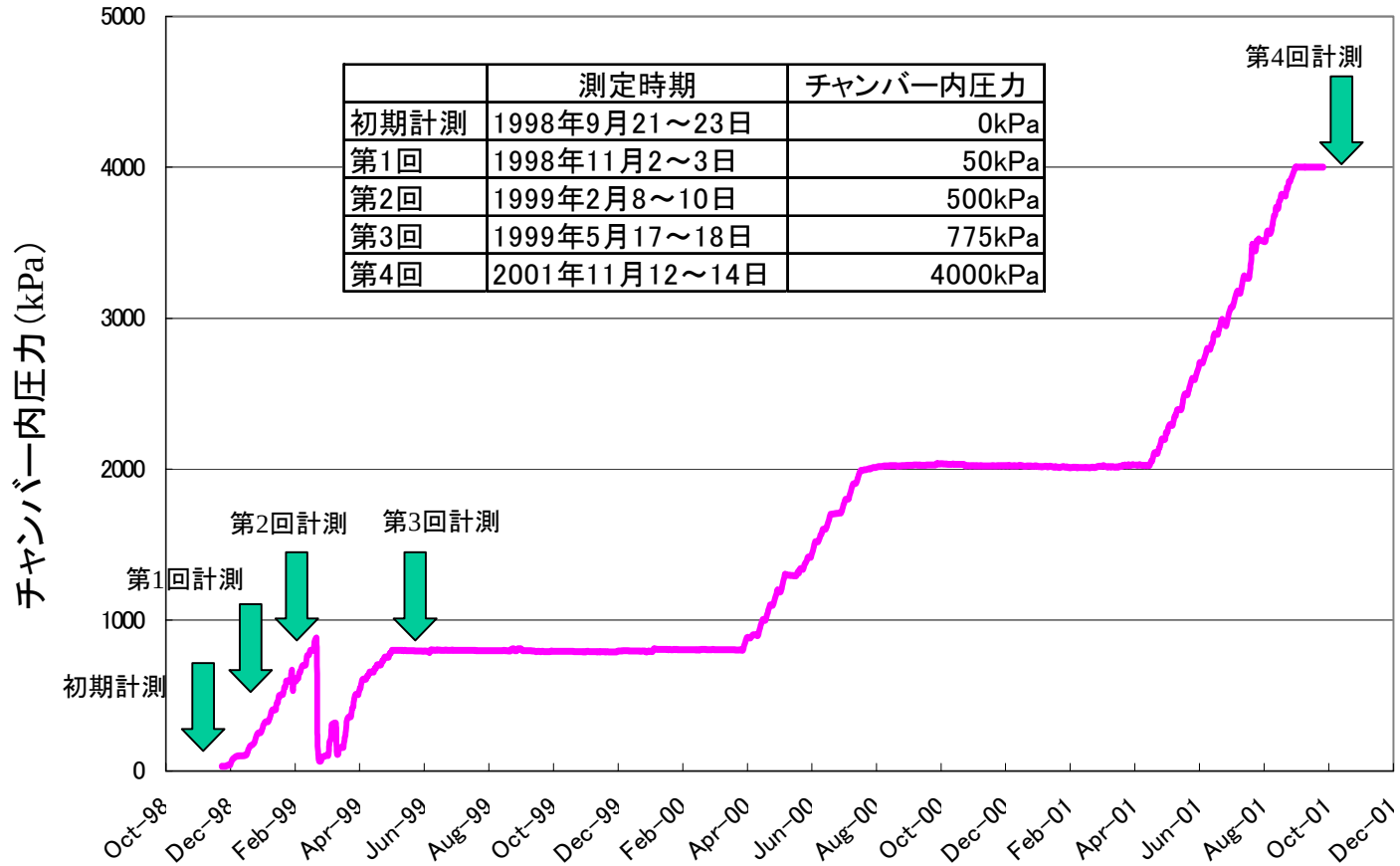
図－3．32　電気伝導度計測結果（粘土プラグ側）



図－3．33　電気伝導度計測結果（コンクリートプラグ側）

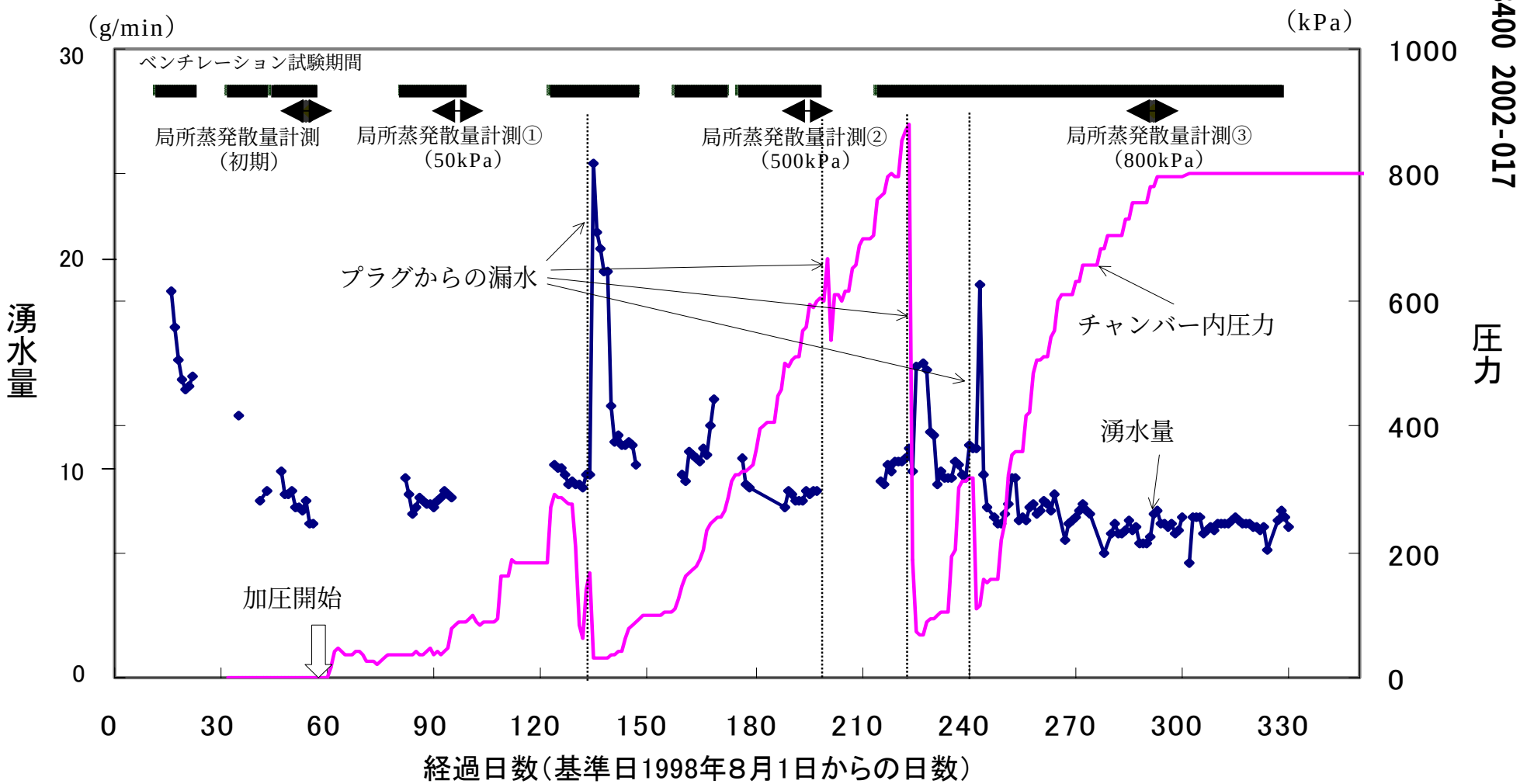


図－3．34　ベンチレーション室のレイアウト

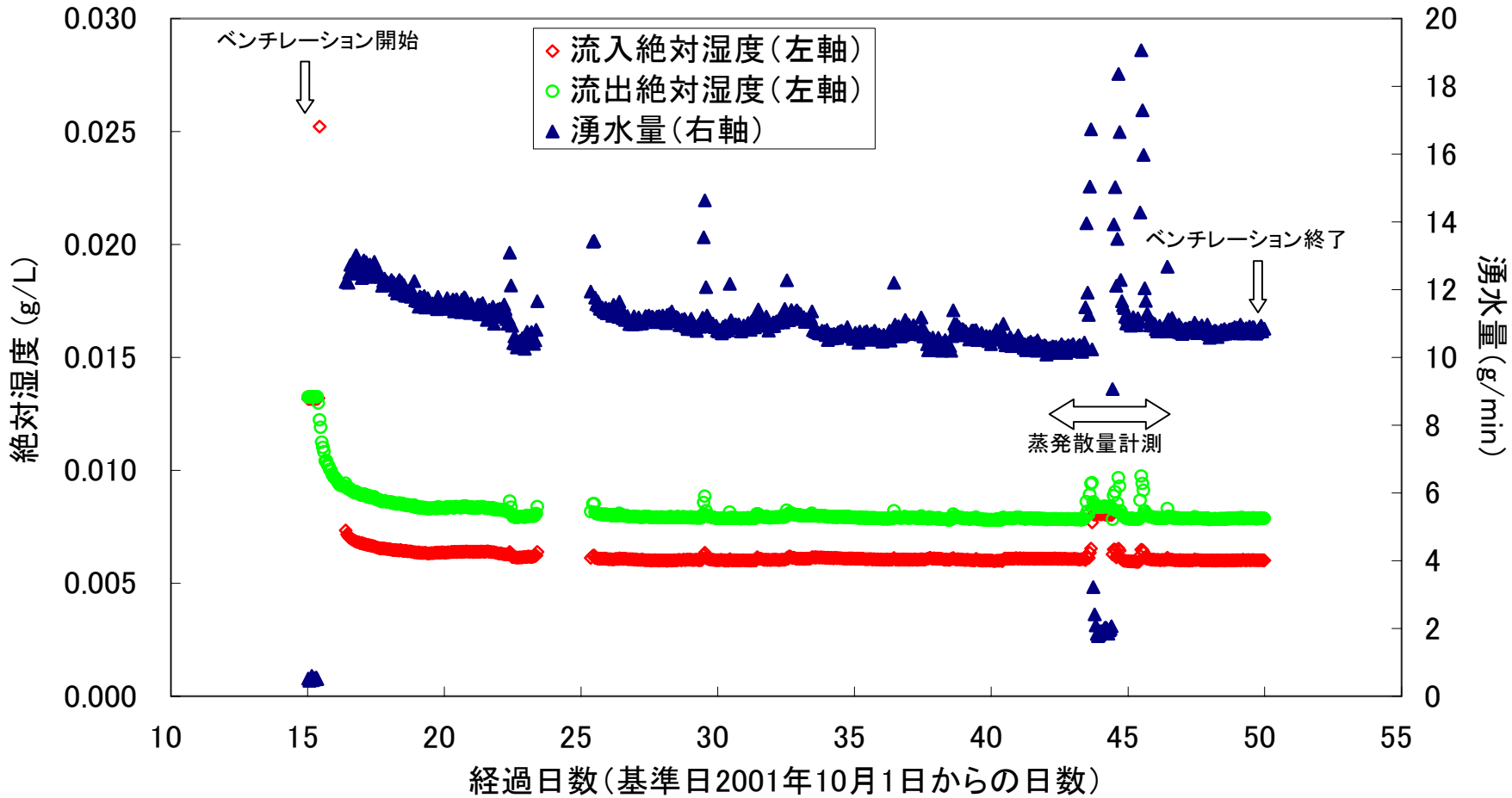


	測定時期	チャンバー内圧力
初期計測	1998年9月21～23日	0kPa
第1回	1998年11月2～3日	50kPa
第2回	1999年2月8～10日	500kPa
第3回	1999年5月17～18日	775kPa
第4回	2001年11月12～14日	4000kPa

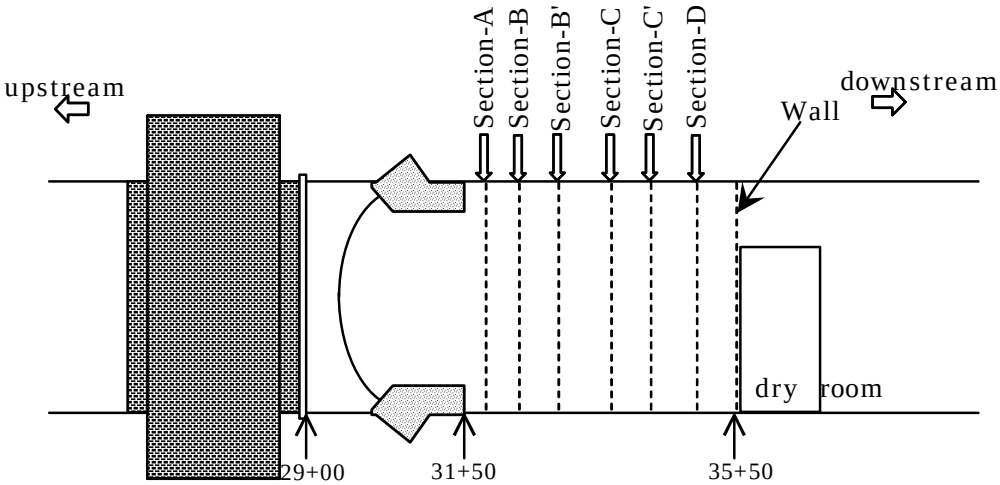
図－3．35　局所蒸発散量計測期間



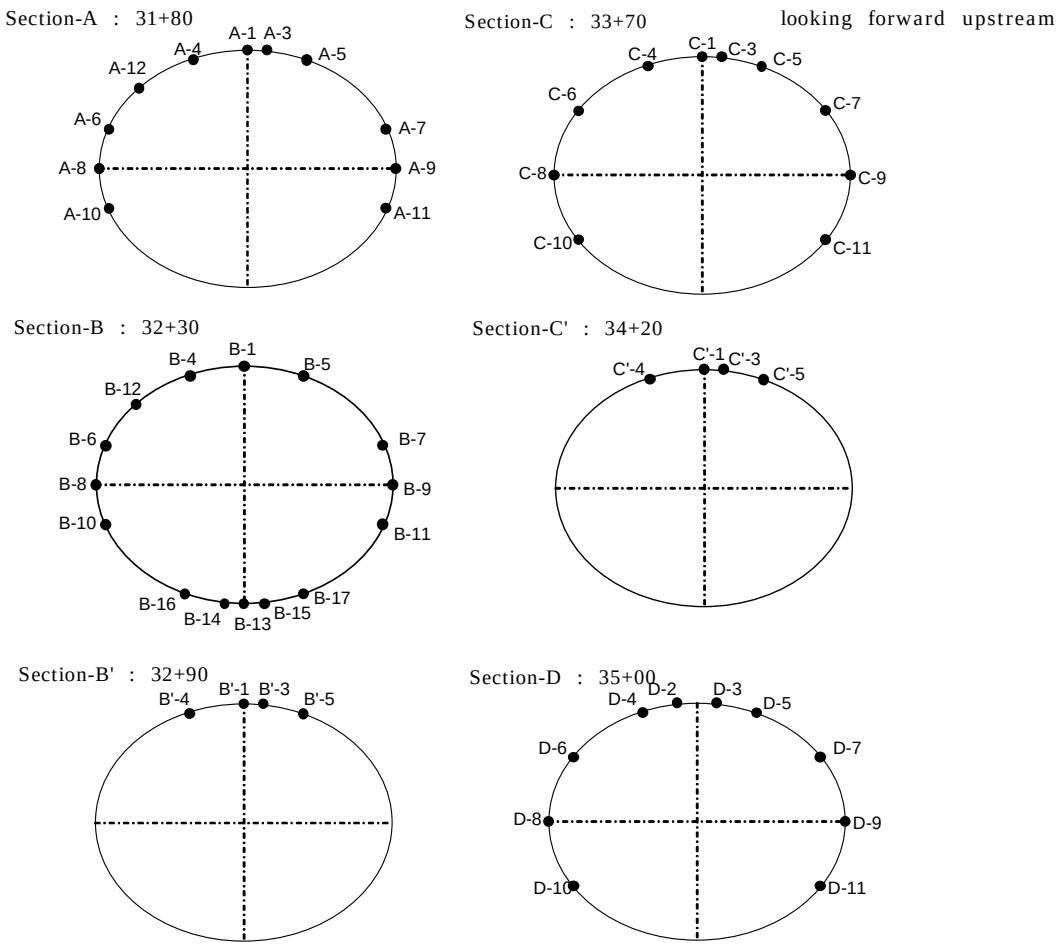
図－3．36　ベンチレーション試験結果



図－3．37　ベンチレーション試験結果（4MPa加圧時）

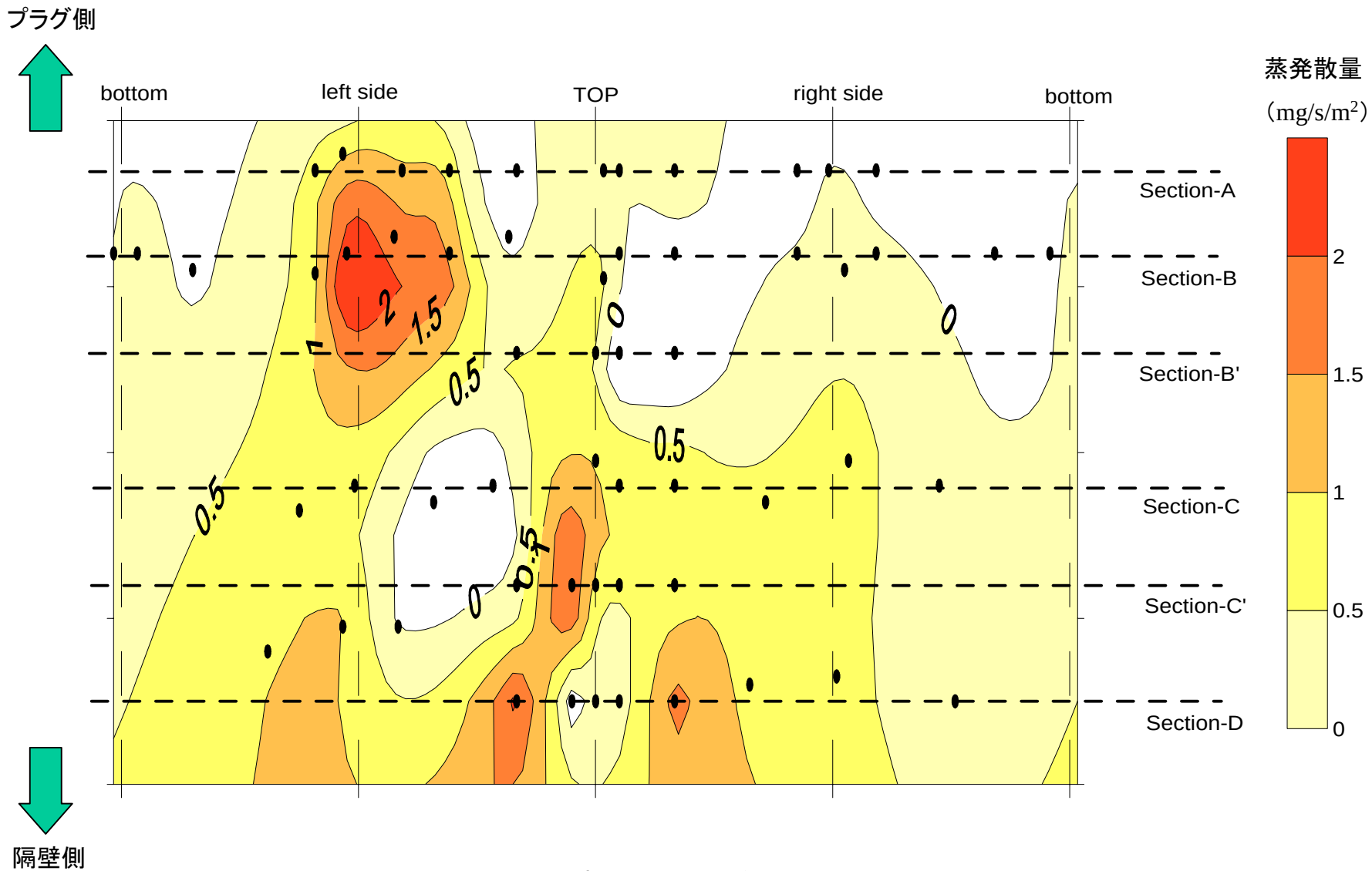


Measurement sections for local evaporation measurement

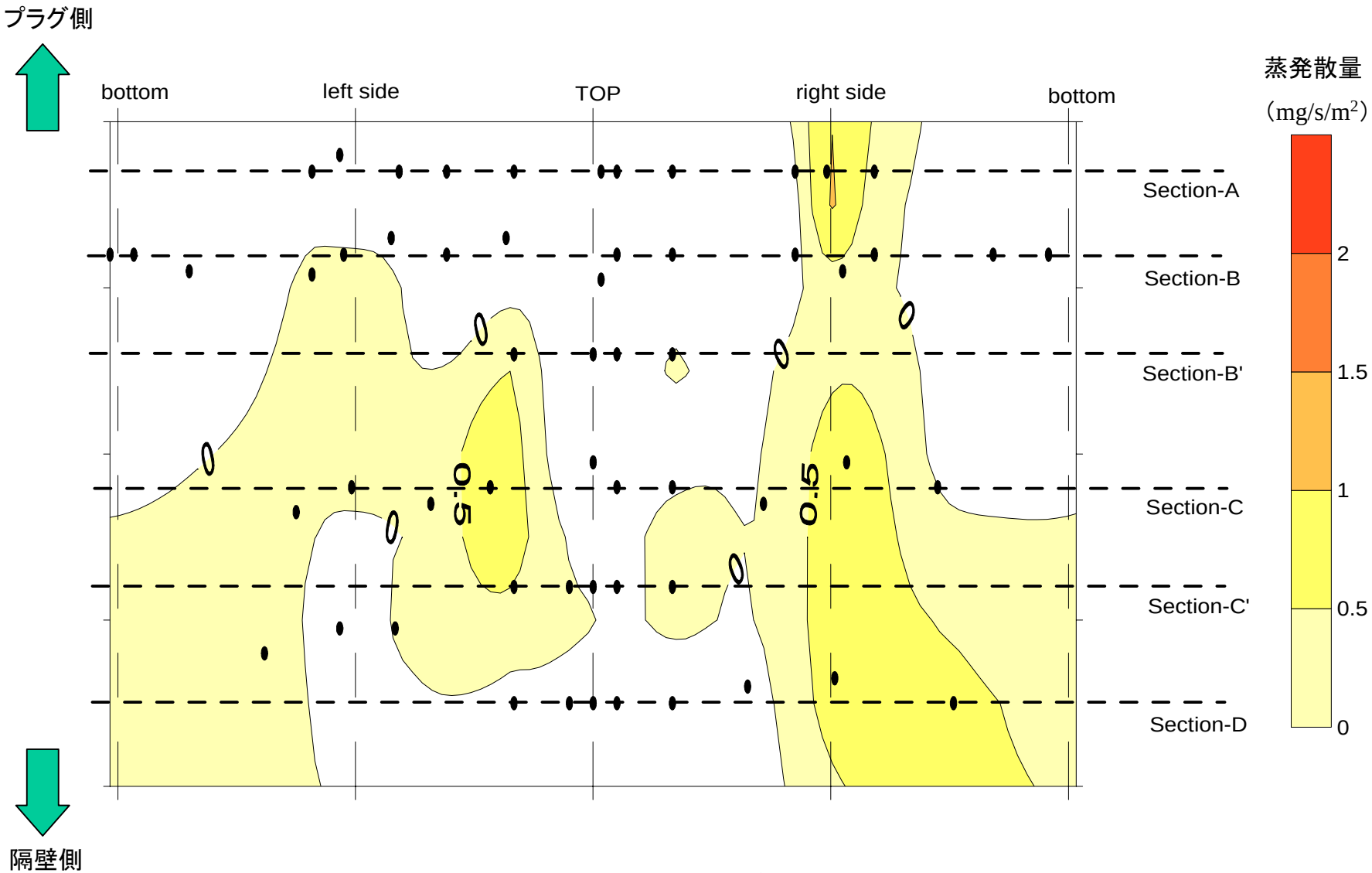


Measurement points in each section

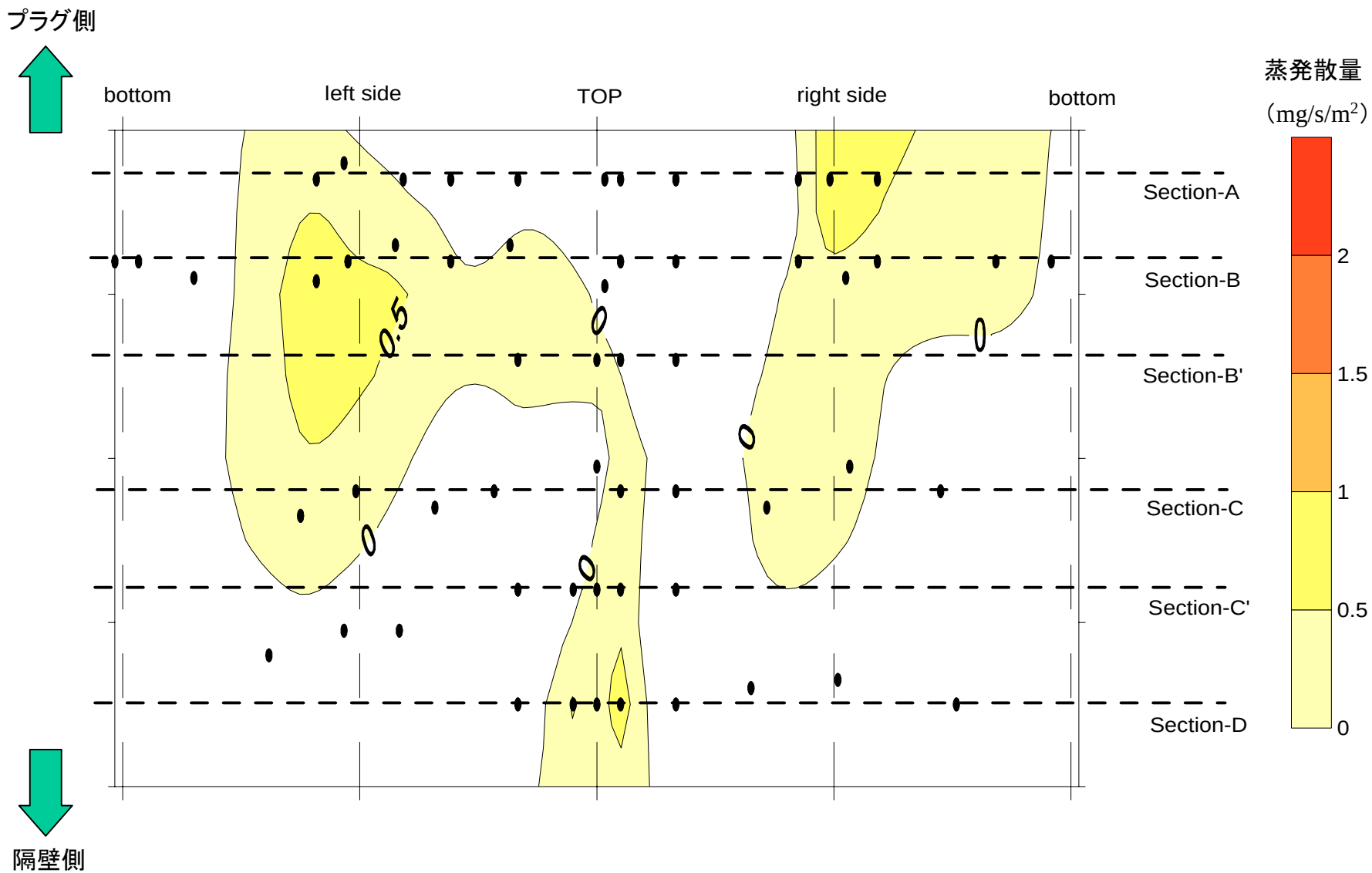
図－3．38 局所蒸発散量計測位置



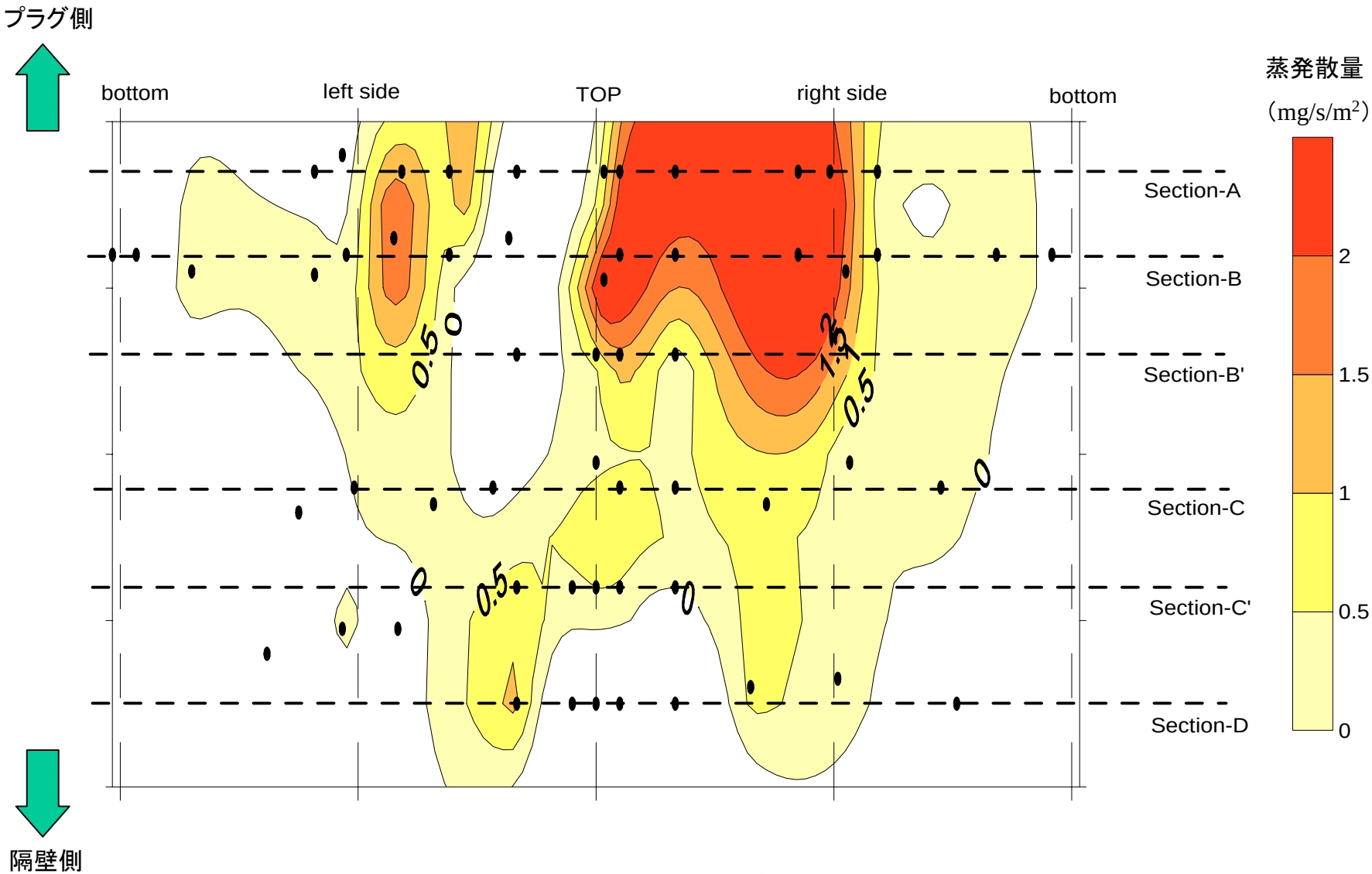
図－3．39　初期局所蒸発散量計測結果



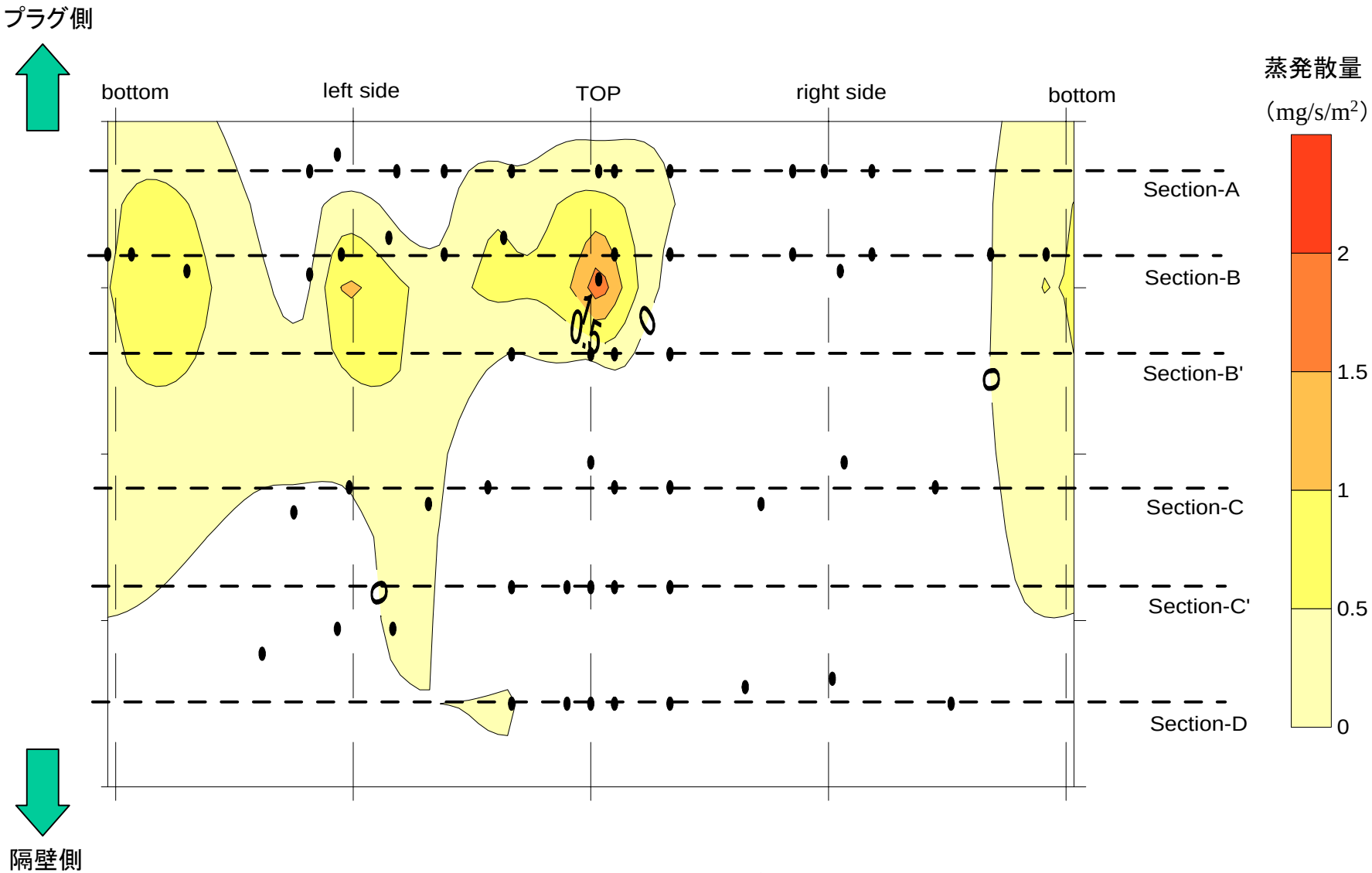
図－3．40　第1回局所蒸発散量計測結果



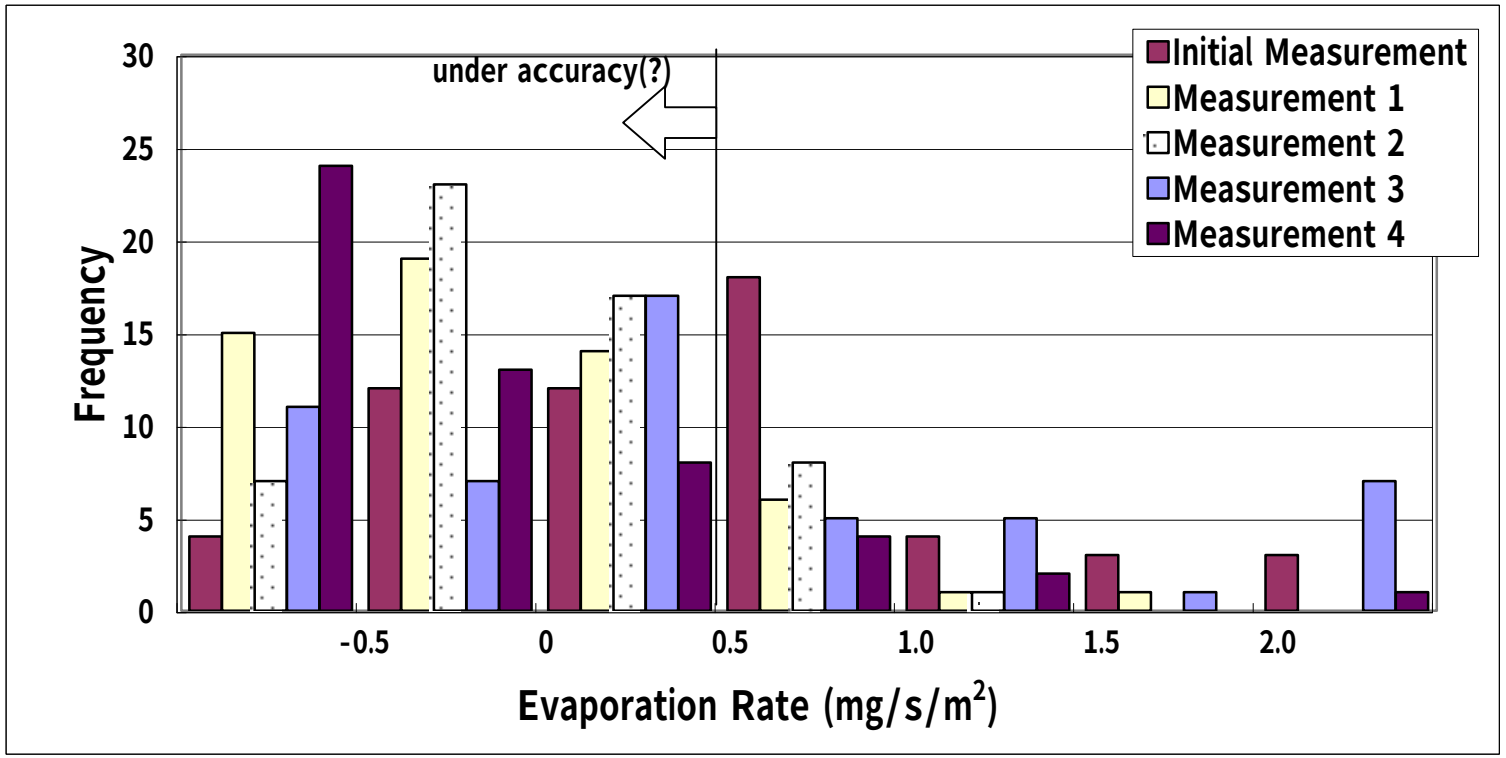
図－3．41　第2回局所蒸発散量計測結果



図－3．42　第3回局所蒸発散量計測結果

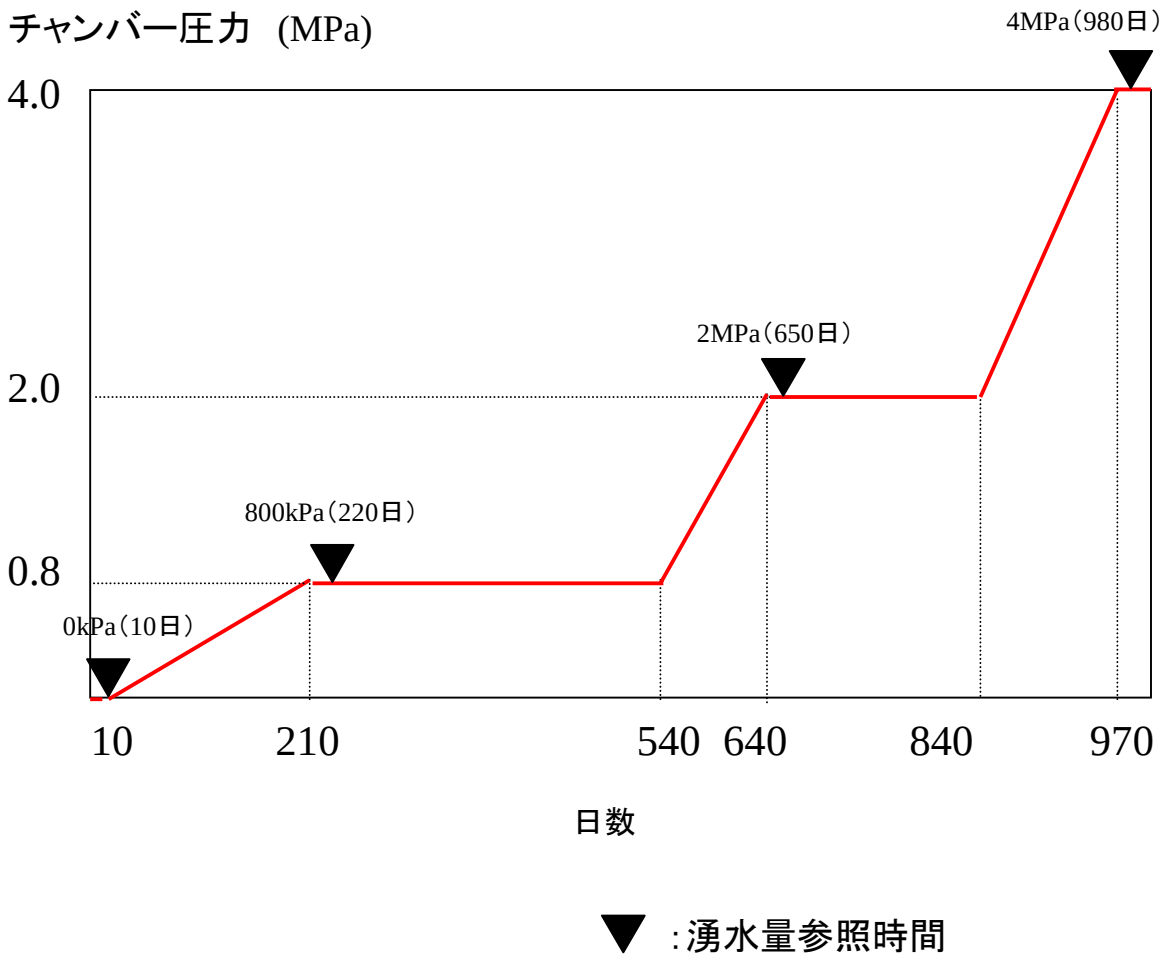


図－3．43　第4回局所蒸発散量計測結果

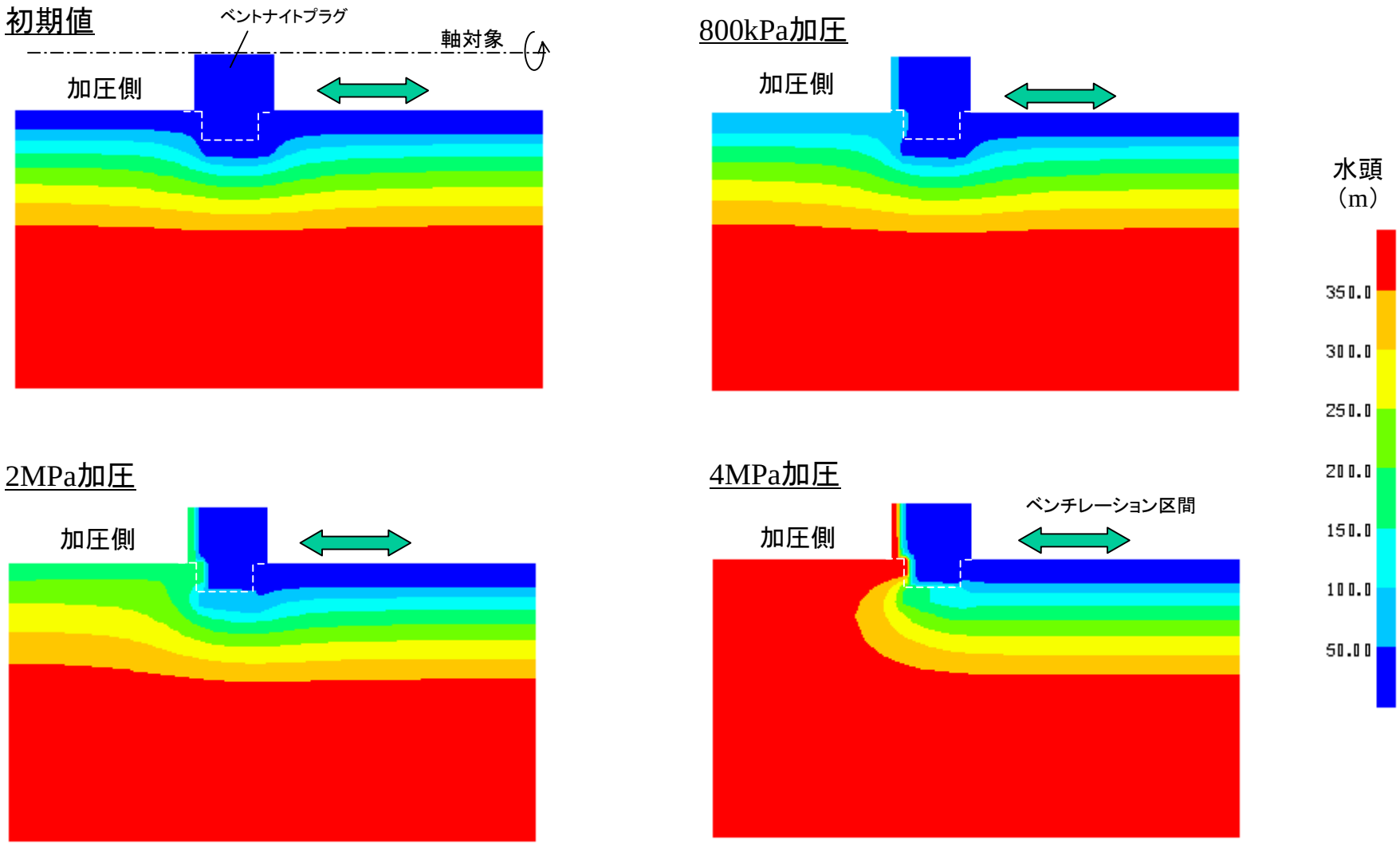


	Total Data		Selected Data (>0.5)		ベンチレーション室内総湧水量
	number	Average	number	Average	
Initial Measurement	56	0.496	28	1.109	1.663
Measurement ①	56	-0.119	8	0.927	0.397
Measurement ②	56	-0.073	9	0.720	0.347
Measurement ③	53	0.388	18	1.777	1.811
Measurement ④	52	-0.242	7	0.902	0.364
単位		mg/s/m2		mg/s/m2	g/min

図－3．44 局所蒸発散量計測結果のまとめ



図－3．45 解析加圧ステップ

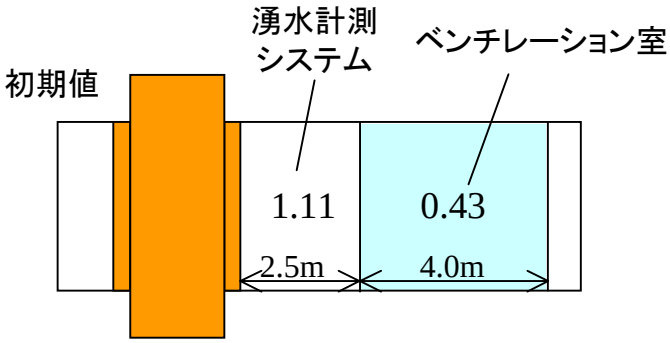


図－3．46　解析結果（圧力分布）

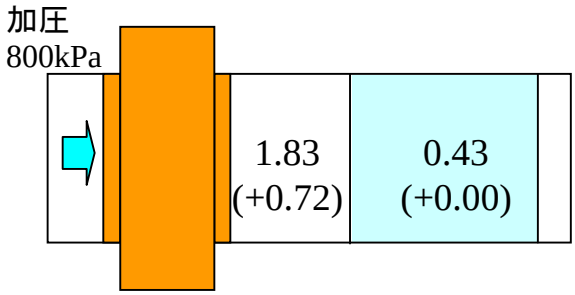
湧水量解析結果

単位：ml/min

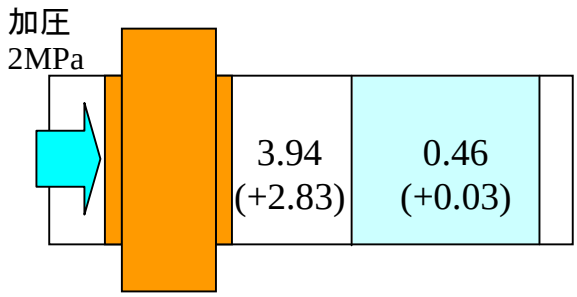
（）内は初期値に対する増分値



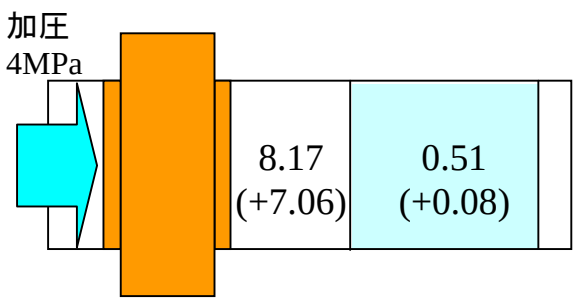
実測値 (g/min)	
プラグ湧水	ベンチレーション試験
0	7.2
	局所蒸発散量計測
	1.7



実測値 (g/min)	
プラグ湧水	ベンチレーション試験
0.1	7.2
	局所蒸発散量計測
	1.8



実測値 (g/min)	
プラグ湧水	ベンチレーション試験
0.5	
	局所蒸発散量計測



実測値 (g/min)	
プラグ湧水	ベンチレーション試験
0.5	10.3
	局所蒸発散量計測
	0.4

図－3．47　解析結果と実測値の比較

４．トレーサー試験の解析的評価

4.1 検討方法

前回の報告[1)]では，プラグ周りのゆるみ域の透水係数と分散長をパラメーターとして，実測されているトレーサー試験のブレークスルーカーブに合致するようモデルを検討した。一方，実測においては，加圧初期の 800kPa に加圧する段階において湧水が発生したのは岩盤とベントナイトプラグの境界部である吹き付けベントナイト部が卓越した透水経路となっていたためであること，また，その境界部はベントナイトプラグが膨潤するに従い圧密され，透水性が低下していること，が埋設計器から計測されている。解析においてこの部分は一定の値として設定しており,現実のモデル化において吹き付けベントナイト部の透水性の違いがどの程度影響を与えるか評価しておく必要がある。

今回の解析では，初めに吹き付けベントナイト部の透水性が湧水量に与える影響度を把握するための感度解析として，定常浸透流解析を実施する。その後，吹き付けベントナイトの透水性の変化を考慮した非定常移流分散解析を実施し，2MPa で計測された実際のブレークスルーカーブ（図-4.1）との比較を行うものとする。

4.2 解析モデル

今回の解析メッシュは前報[1)]と同じ，図-4.2 に示すトンネル軸に対する軸対象モデルとした。解析モデルについては，前回の検討で最もトレーサー試験のブレークスルーカーブに一致する Case B-3 の設定値を基本としたが，吹き付けベントナイト部の感度解析では吹き付けベントナイト部の透水係数を 10^{-13}m/s から 10^{-10}m/s まで変化させ，プラグ周辺ゆるみ域の透水係数は前回検討を行う前の基本物性である 10^{-11}m/s とした。表－4.1 に物性値の一覧を示す。

解析ケースを表－4.2 に示す。Case C シリーズは吹き付けベントナイトの感度解析を定常浸透流解析として実施されたものあり，Case D シリーズは吹き付けベントナイトの透水性の変化を考慮した非定常移流分散解析として実施されたものである。

4.3 感度解析結果

感度解析結果を図-4.3，図-4.4 に示す。各チャンバー圧力に対し，吹き付けベントナイトの透水係数の違いにより湧水量がどのように変化するかを示したものである。湧水量はプラグ湧水とベンチレーション室湧水として図-4.2 に示す区間で区分して算出した。この結果から，ベンチレーション室湧水量はチャンバー圧力，吹き付けベントナイトの透水係数に関係なくほぼ一定値を示すことが，プラグ湧水量は吹き付けベントナイトの透水係数 10^{-12}m/s 以下ではあまり変化がないことが分かった。また，計算される湧水量は加圧前から一定量の初期値があることが分かった。実測においては，チャンバー内

に加圧する前にプラグからの湧水量は認められていないことから，実測値と比較するときは注意する必要がある。このため，初期値に対する増分量を，加圧に伴う湧水量変化量として実測値と比較することとした。図-4.5 にプラグ湧水の計算値と実測値の比較を示す。初期値に対する増分量と実測値を比較した結果，チャンバー圧力が 2MPa 以下の場合，吹き付けベントナイトの透水係数を 10^{-12}m/s 以下とすると実測の湧水量と比較的よく一致することが分かった。しかし，チャンバー圧力が 4MPa の場合は吹き付けベントナイトをいくら小さくしても湧水量は実測値に一致するほど小さくならないため，吹き付けベントナイト以外の部分の透水性が低下したことを示している。

実測の湧水量変化を見てみると，図-4.1 に示すように 800kPa で加圧時には当初 1.0mL/min の湧水量が 0.1mL/min へ減少していることが分かる。これをすべて吹き付けベントナイトの透水係数の変化として捉えるならば，図-4.3 の感度解析結果から透水係数は 10^{-10}m/s 以上から 10^{-12}m/s 以下まで低下したことを示している。この原因としてはベントナイトプラグの膨潤が考えられる。しかし，2MPa 加圧時では湧水量の大幅な減少は見られないことから，この時点では十分ベントナイトプラグが膨潤し，吹き付けの透水性はこれ以上低下しないことを示している。

4.4 移流分散解析結果

前項までの感度解析結果を基に，吹き付けベントナイトの透水係数変化を考慮した移流分散解析モデルを設定する。図-4.6 に解析に設定したチャンバー内での昇圧，トレーサー濃度についての入力条件を示す。解析上のステップとして Step1(60 日後)，Step2(120 日後)，Step3(330 日後)，Step4(430 日後)，Step5(500 日後)を設定した。チャンバー圧 800kPa における湧水量の減少を考慮に入れ，60 日後に吹き付けベントナイトの透水係数を 10^{-10}m/s から 10^{-12}m/s に低下させた。図-4.7 にはトレーサー濃度について解析値と実測値の比較を行った位置を示す。実測のトレーサー濃度は EDA パッカー区間 HGT8-8，HGT10-8 で採水された値である。解析ではプラグ面から 5cm，10cm，15cm，25cm に対応する位置の節点における濃度を参照した。

図-4.8 に Case D-1 の解析結果である各参照節点におけるブレークスルーカーブを示す。この図から，解析値は実測値に比べかなり小さな値を取ることが分かる。吹き付けベントナイトの透水係数を初期に大きく設定していたが，トレーサーの投入が 60 日後と吹き付けベントナイトの透水係数を低下させた後であるため，各点での濃度上昇がブレークスルーカーブよりも遅れたものと考えられる。図-4.9 に Case D-2 の解析結果を示す。このケースでは，プラグ周辺のゆるみ域の透水係数を前回報告書 [1)]の Case B-3 に合わせ 7×10^{-11}m/s としたケースである。この結果は実測のブレークスルーカーブを比較的良く表していることが分かる。しかし，湧水量は実測値よりは大きくなることになり，前回の検討結果 [1)]と同じ傾向であった。これを説明するため以下の水理地質環境

が考えられる。

(a) 湧水はプラグ全体及びその周辺岩盤部から湧出しているため，ゆるみ域のプラグ全周の平均透水係数が 10^{-11}m/s であれば実測の湧水量に合致する。

(b) 一方，トレーサーのサンプリング位置は点であるため，サンプリング位置を通過するゆるみ域の透水係数だけが 7×10^{-11}m/s と卓越した透水経路であれば実測のトレーサーのブレークスルーカーブを説明できる。

今回の解析は軸対象モデルであるため，ゆるみ域は全周同じ透水係数が分布しているモデルしか設定できない。しかし，実際は地圧条件 [2]により主応力方向には亀裂が発達し，円周方向で局所的にゆるみ域の透水係数が異なることが試験トンネル内では計測されている [3]。これらの透水係数分布がプラグ周辺のゆるみ域にも当てはまることを解体試験において確認する必要がある。

4.5 参考文献

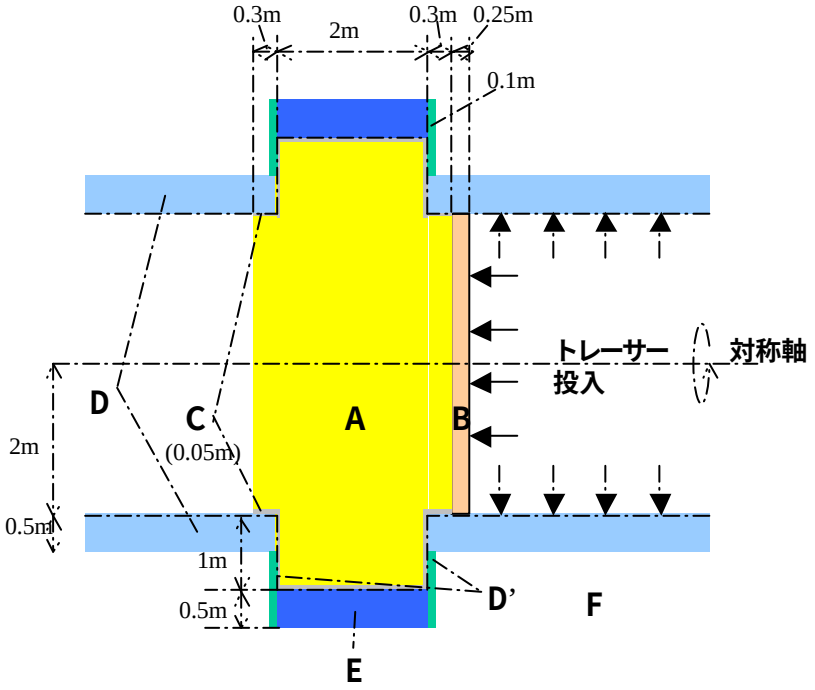
1) 戸井田克　他, “実規模シーリングシステムの研究開発：核燃料サイクル機構委託研究報告書”, JNC TJ8400 2001-019, (2001)
2) Chandler, N., Read, R. and Martin, C., “In situ Stress Measurement for Nuclear Fuel Waste Repository Design”：In Rock Mechnics Tools and Techniques, p.929-936 (1996)
3) ANDRA, “Use of the SEPPI Probe for EDZ characterization within the TSX experiment”：TSX-39, Atomic Energy of Canada Limited (1999)

表－4.1 解析物性値一覧 感度解析用）

	物性	透水係数 (m/s)	貯留係数 (1/m)	拡散係数 (m^2/s)	間隙率	縦分散長* (m)
A	Clay	3.0E-13	5.8E-04	1.0E-10	0.30	0.1
B	Backfill	1.0E-11	5.8E-04	1.0E-10	0.21	
C	Shot-clay	1.0E-10～-13	5.8E-04	1.0E-10	0.53	
D	EDZ-1	1.0E-09	3.2E-07	1.0E-12	0.01	
D'	EDZ-2	1.0E-11	1.7E-07	5.0E-13	0.005	
E						
F	Rock	1.0E-13	5.0E-08	1.0E-13	0.0025	

＊横分散長は縦分散長の1/10と仮定

感度解析を行うためCaseB-3と変えた部分

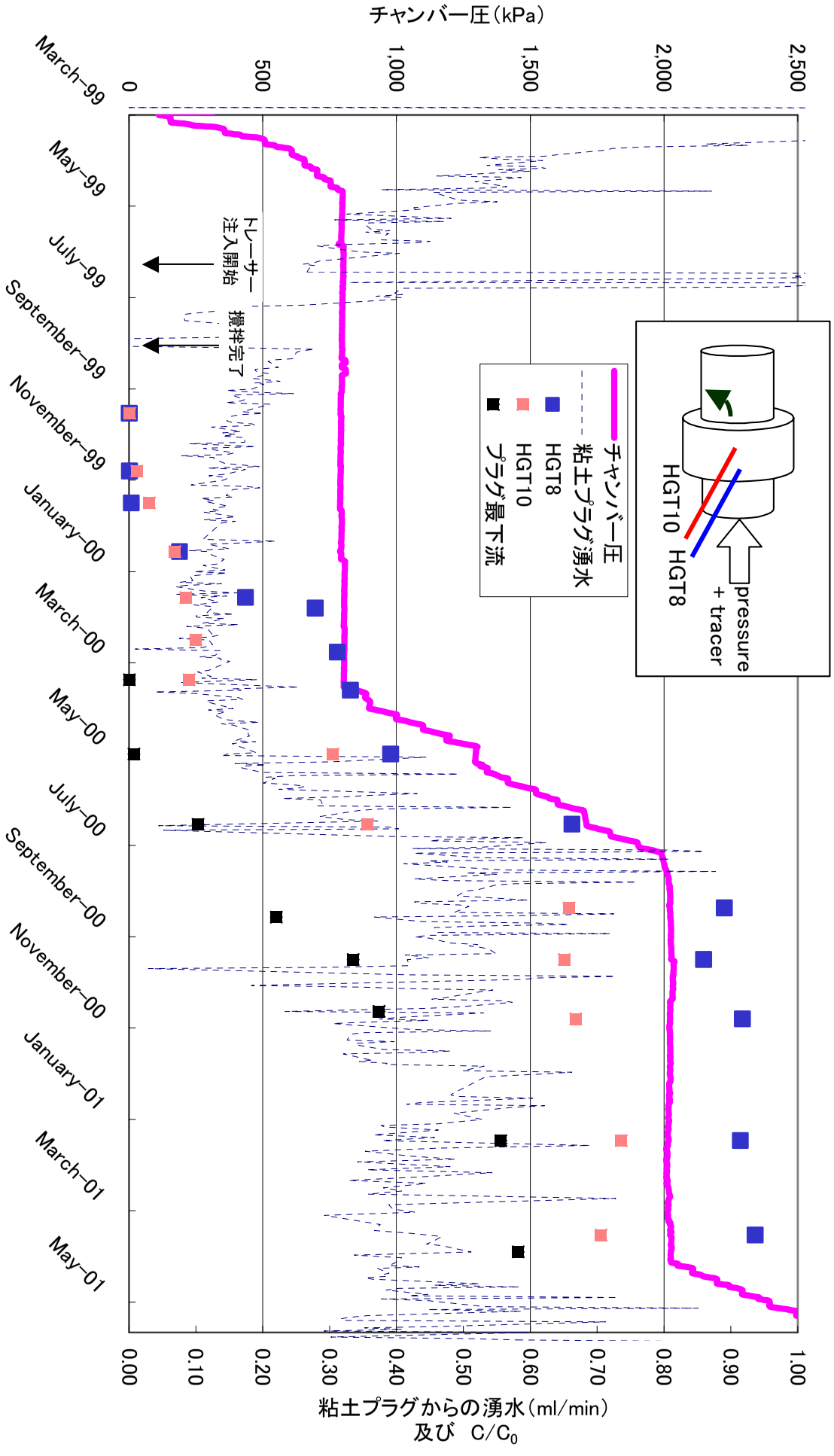


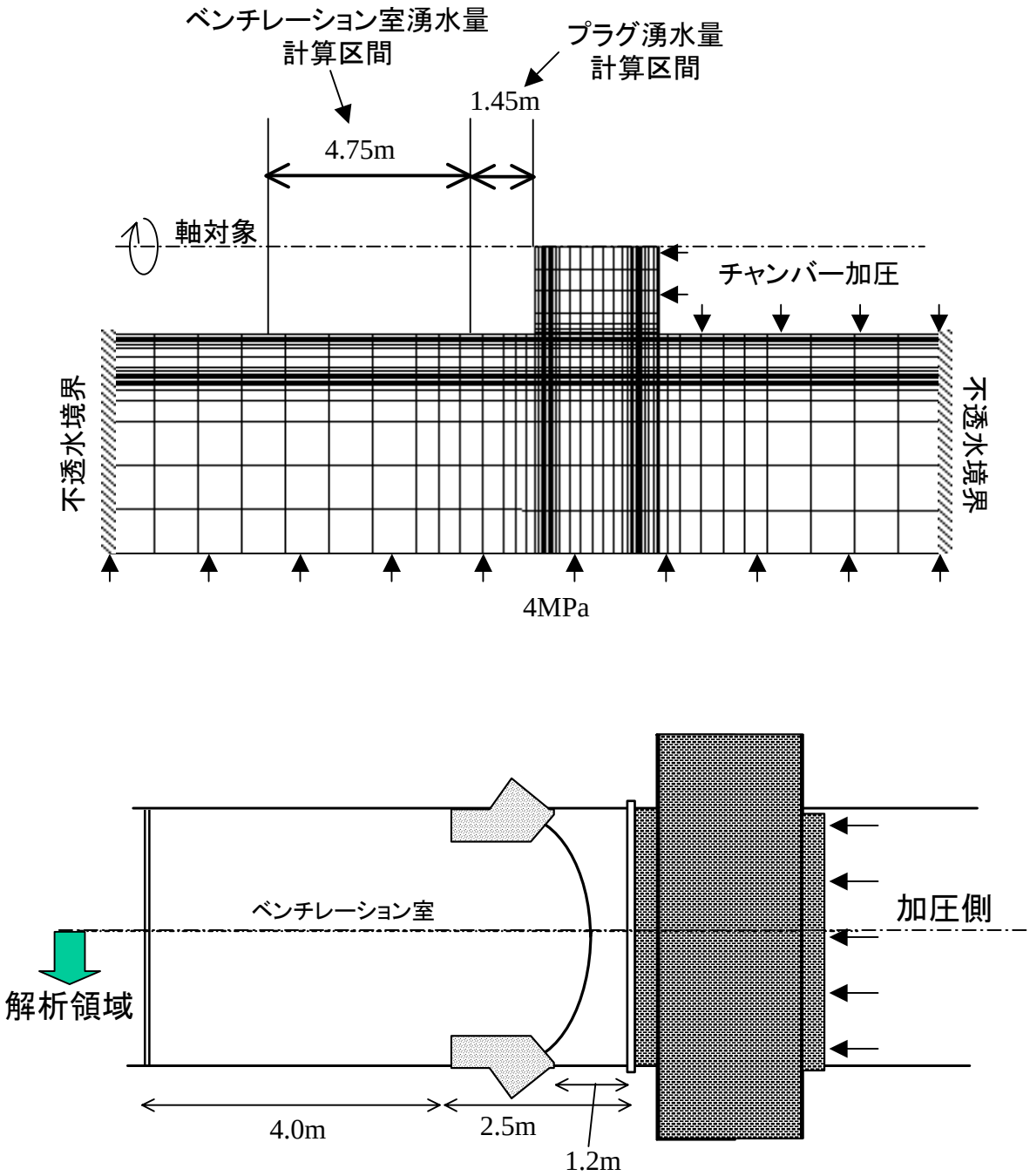
A： 締め固めベントナイト
B： 埋め戻し材
C： 吹き付けベントナイト
D： ゆるみ域 坑道周辺）
D'： ゆるみ域（プラグ周辺1）
E： ゆるみ域（プラグ周辺2）
F： 岩盤

表－4.2 解析ケース一覧

解析条件	ケース名	チャンバー圧 (kPa)	透水係数		
			坑道まわり*1の透水係数(m/s)	プラグ周り*2の透水係数(m/s)	吹き付けベントナイト*3の透水係数(m/s)
定常浸透流解析	C-a1	0	10^{-9}	10^{-11}	10^{-13}
	C-a2				10^{-12}
	C-a3				10^{-11}
	C-a4				10^{-10}
	C-b1	800			10^{-13}
	C-b2				10^{-12}
	C-b3				10^{-11}
	C-b4				10^{-10}
	C-c1	2,000			10^{-13}
	C-c2				10^{-12}
	C-c3				10^{-11}
	C-c4				10^{-10}
	C-d1	4,000			10^{-13}
	C-d2				10^{-12}
	C-d3				10^{-11}
	C-d4				10^{-10}
移流分散解析（60日後に吹き付けベントナイトの透水係数変化）	D-1	図－46	10^{-9}	10^{-11}	$10^{-10}\rightarrow10^{-12}$
	D-2			7×10^{-11}	$10^{-10}\rightarrow10^{-12}$

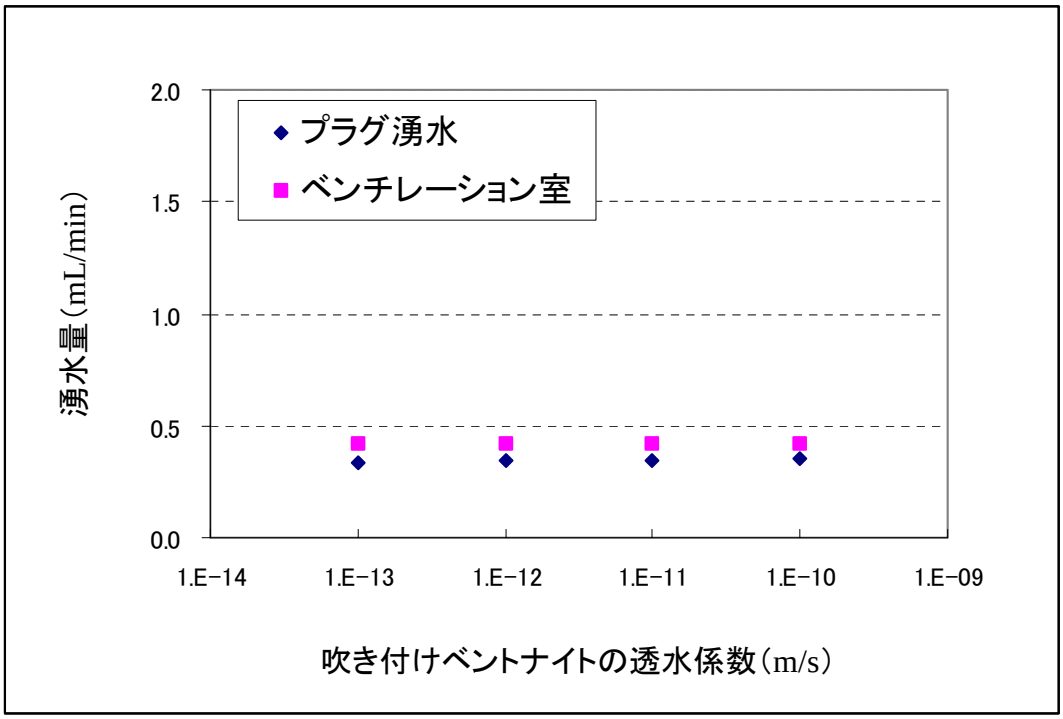
*1: D
*2: D', E
*3: C


チャンバー圧(kPa)
0
500
1,000
1,500
2,000
2,500
March-99
May-99
July-99
September-99
November-99
January-00
March-00
May-00
July-00
September-00
November-00
January-01
March-01
May-01
トレーサー注入開始
攪拌完了
チャンバー圧
粘土プラグ湧水
HGT8
HGT10
プラグ最下流
HGT10
HGT8
pressure
+ tracer
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
0.50
0.60
0.70
0.80
0.90
1.00
粘土プラグからの湧水(ml/min)
及び C/C0

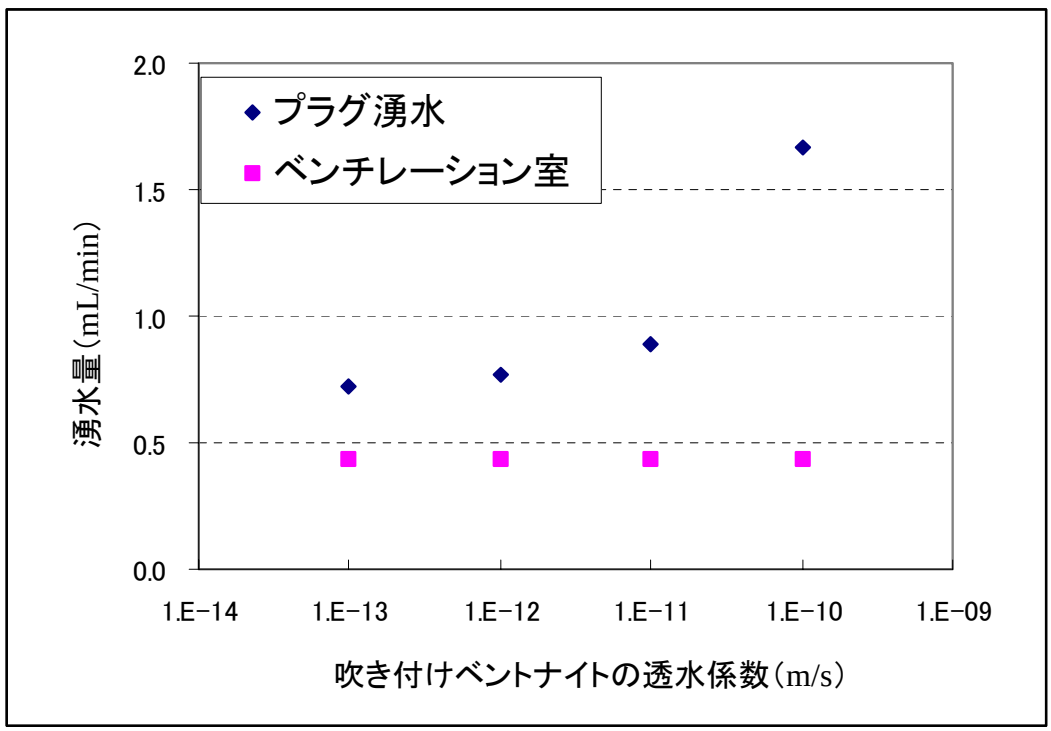


図－4．2　解析メッシュ及び湧水量比較位置

0kPa加圧時（Case C-aシリーズ）

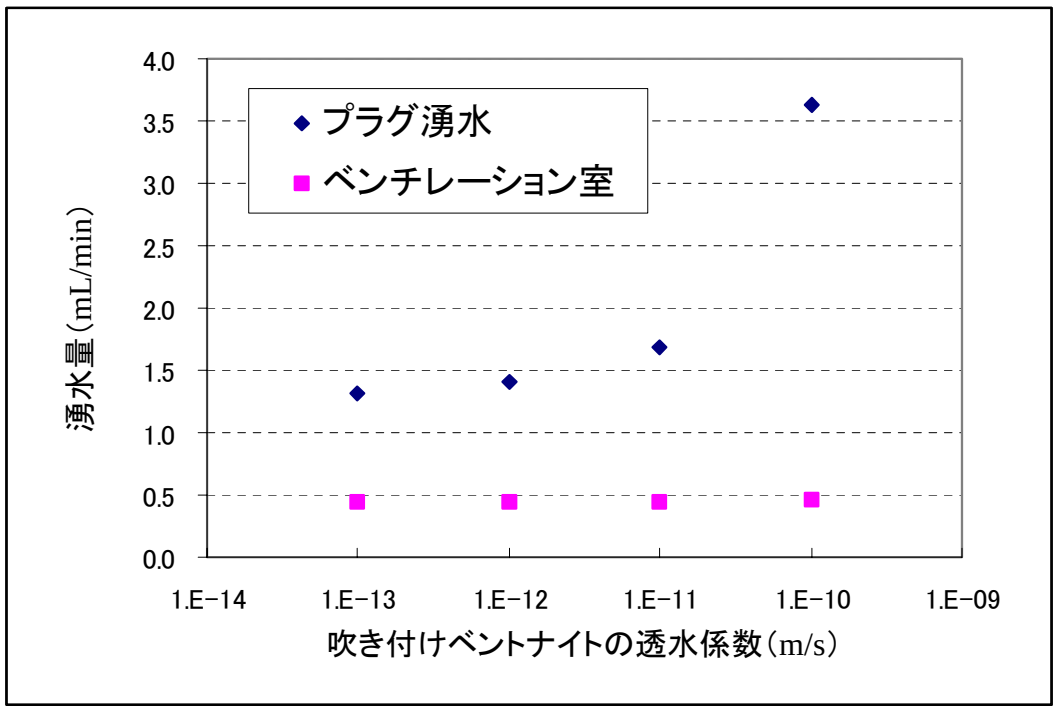


800kPa加圧時（Case C-bシリーズ）

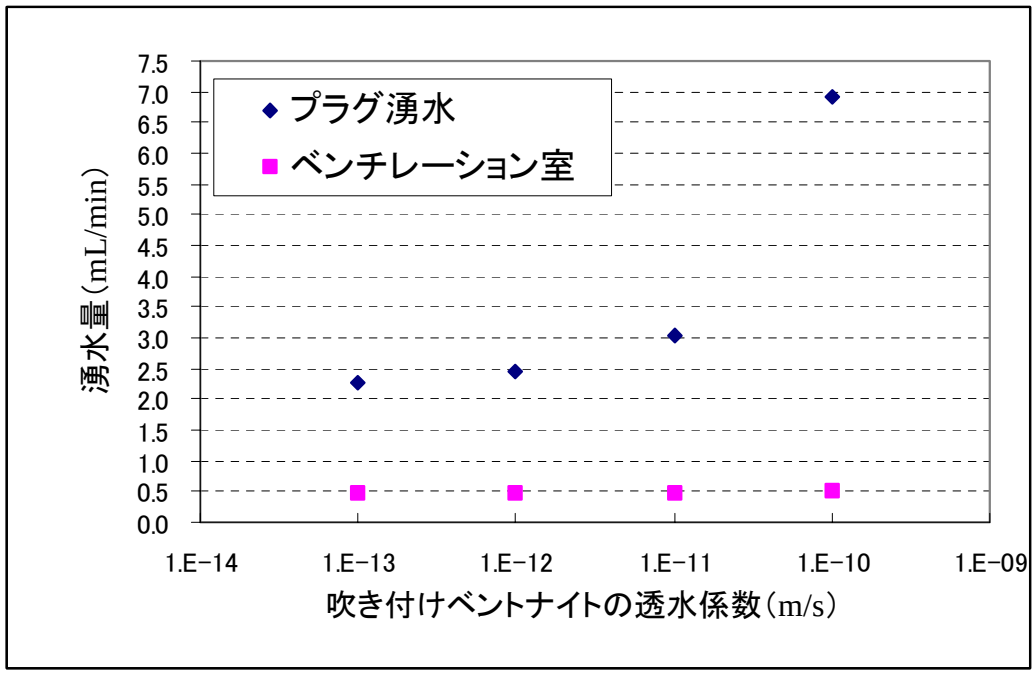


図－4．3　感度解析結果（1）

2,000kPa加圧時（Case C-cシリーズ）

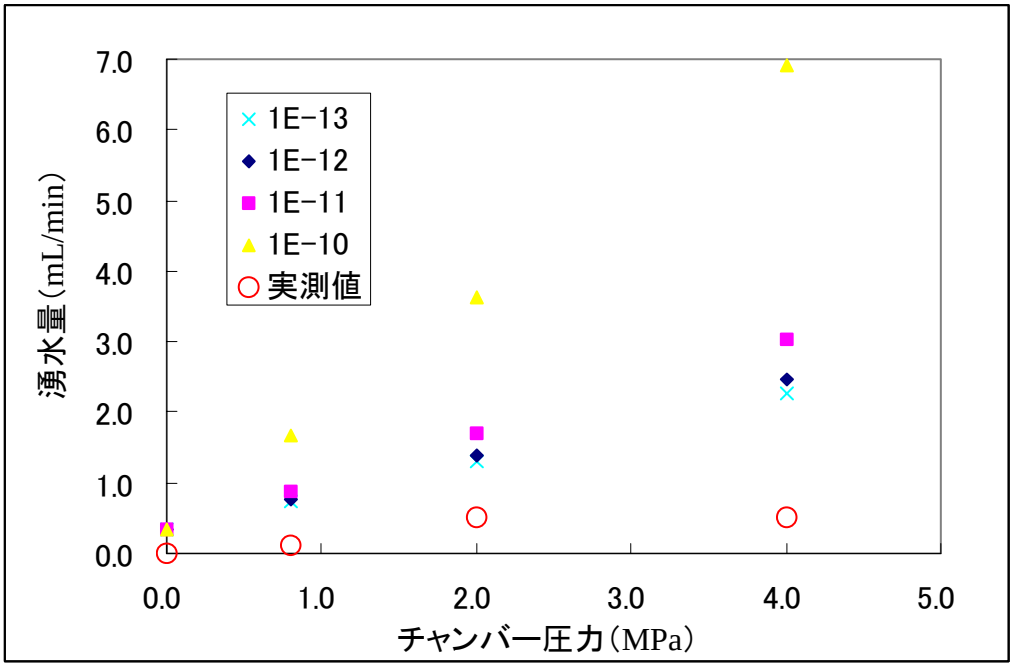


4,000kPa加圧時（Case C-dシリーズ）

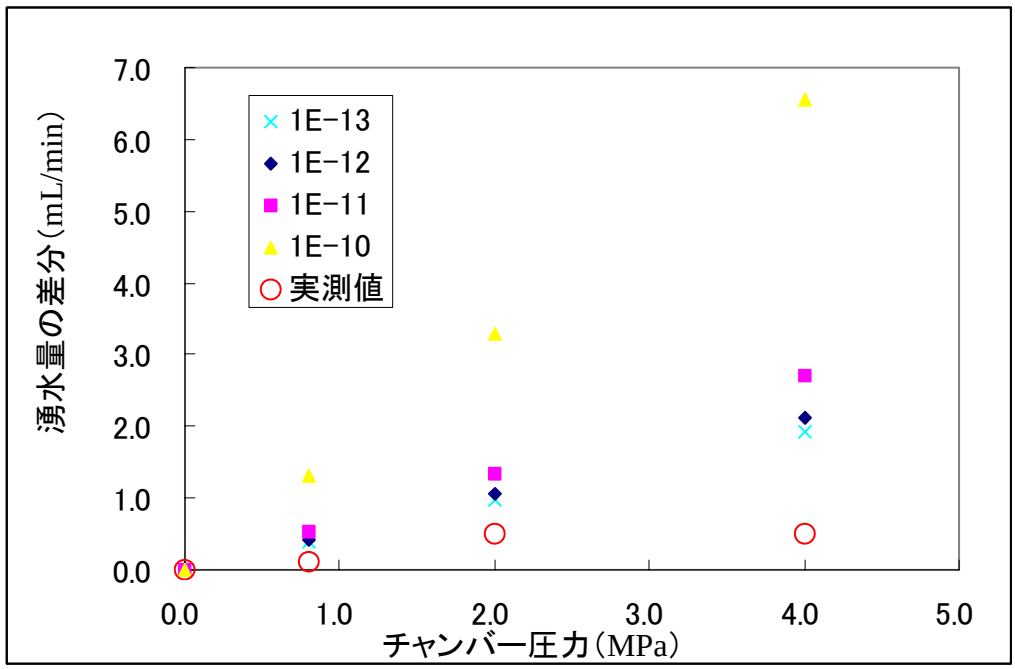


図－4．4　感度解析結果（2）

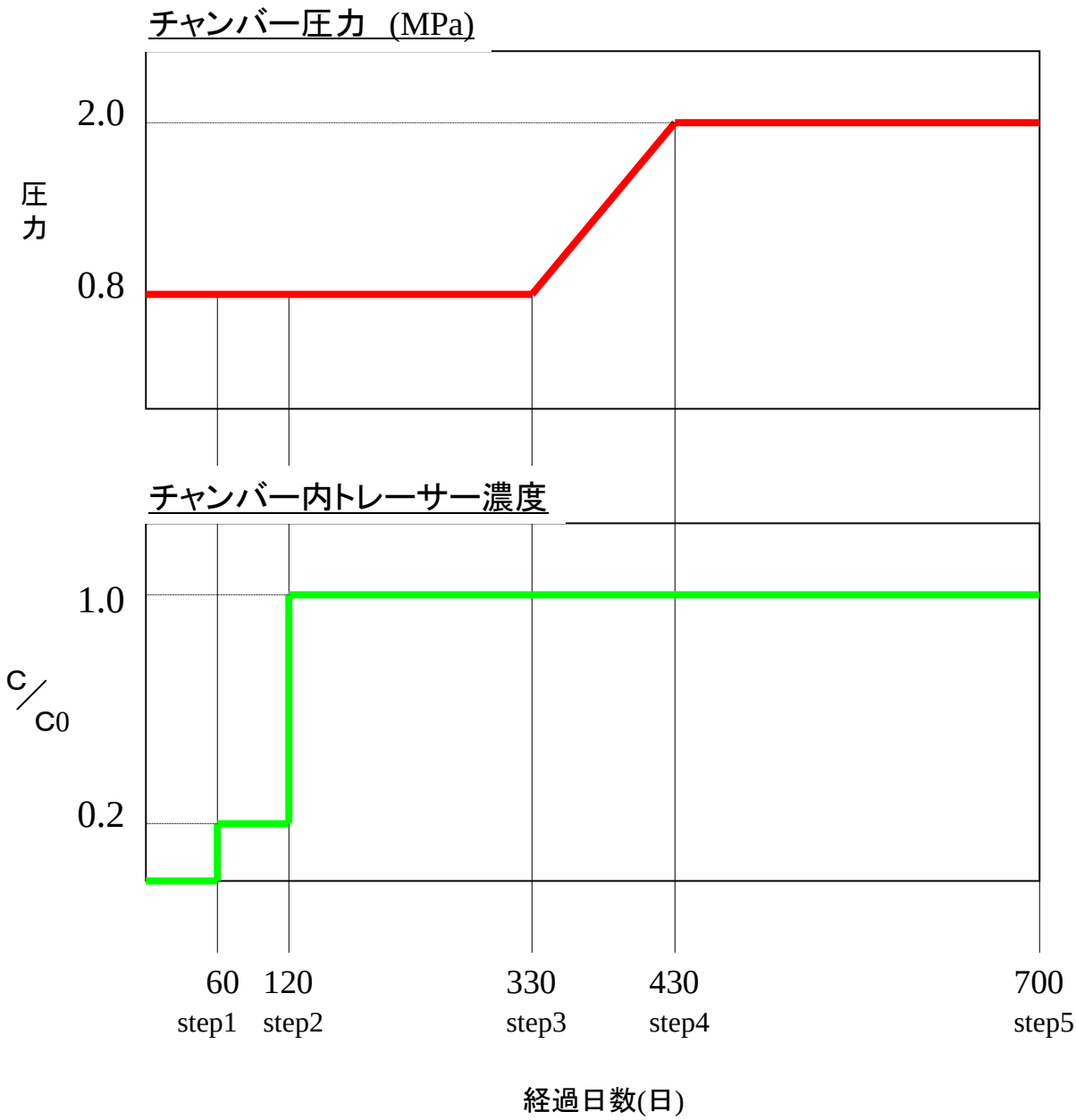
プラグ湧水量



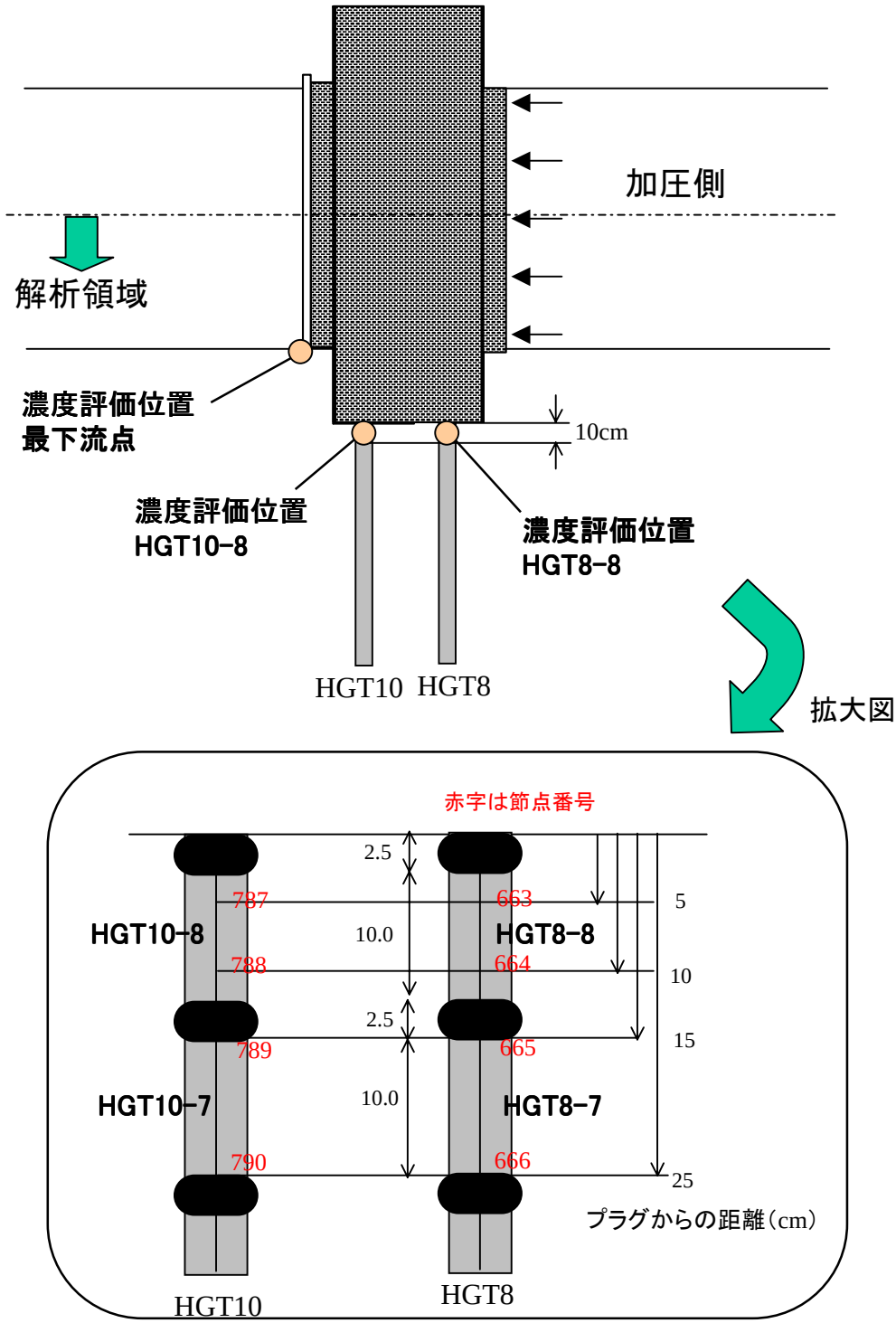
プラグ湧水量の初期値に対する差分



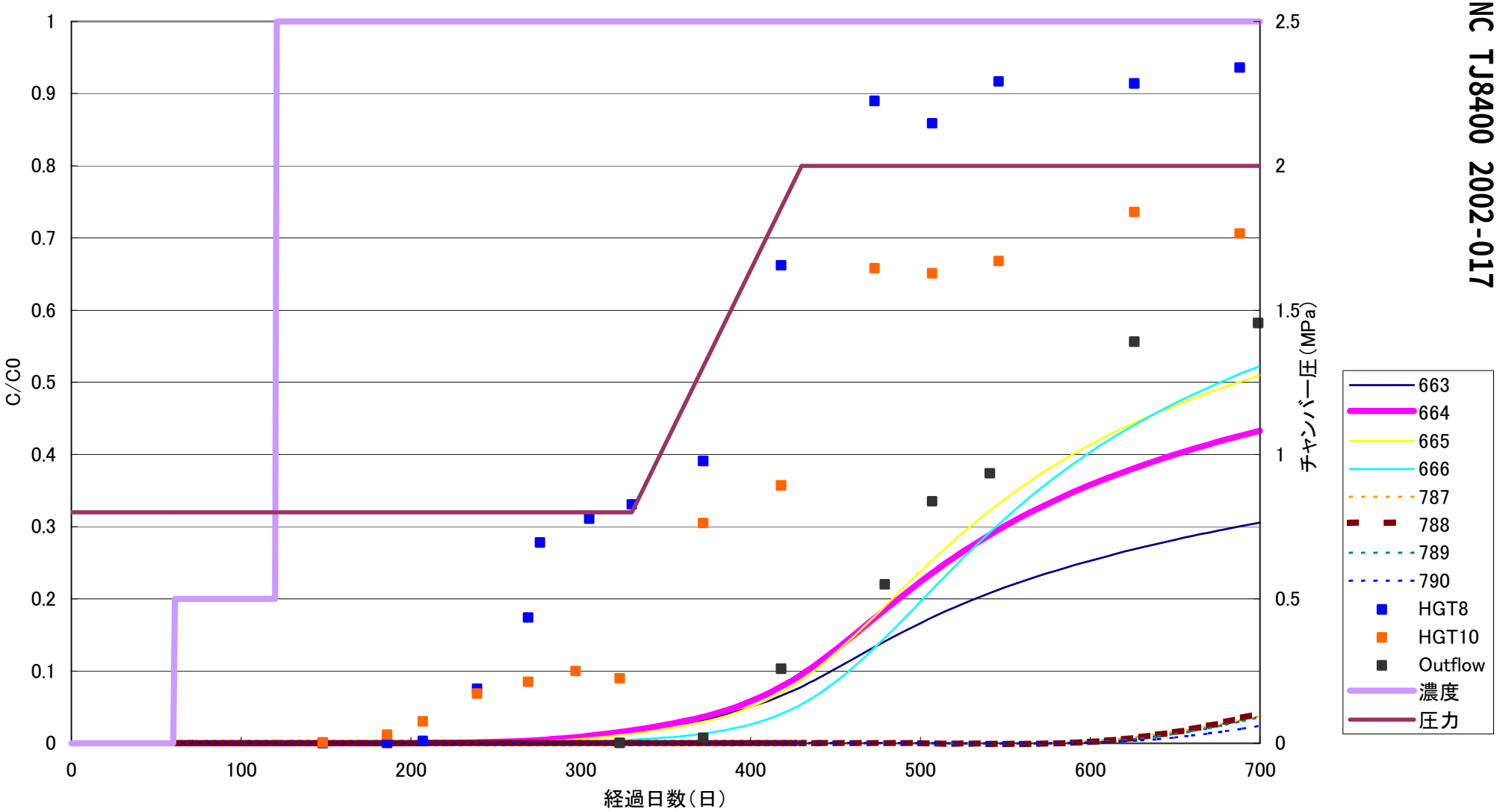
図－4．5　プラグ湧水量の実測値と計算値の比較

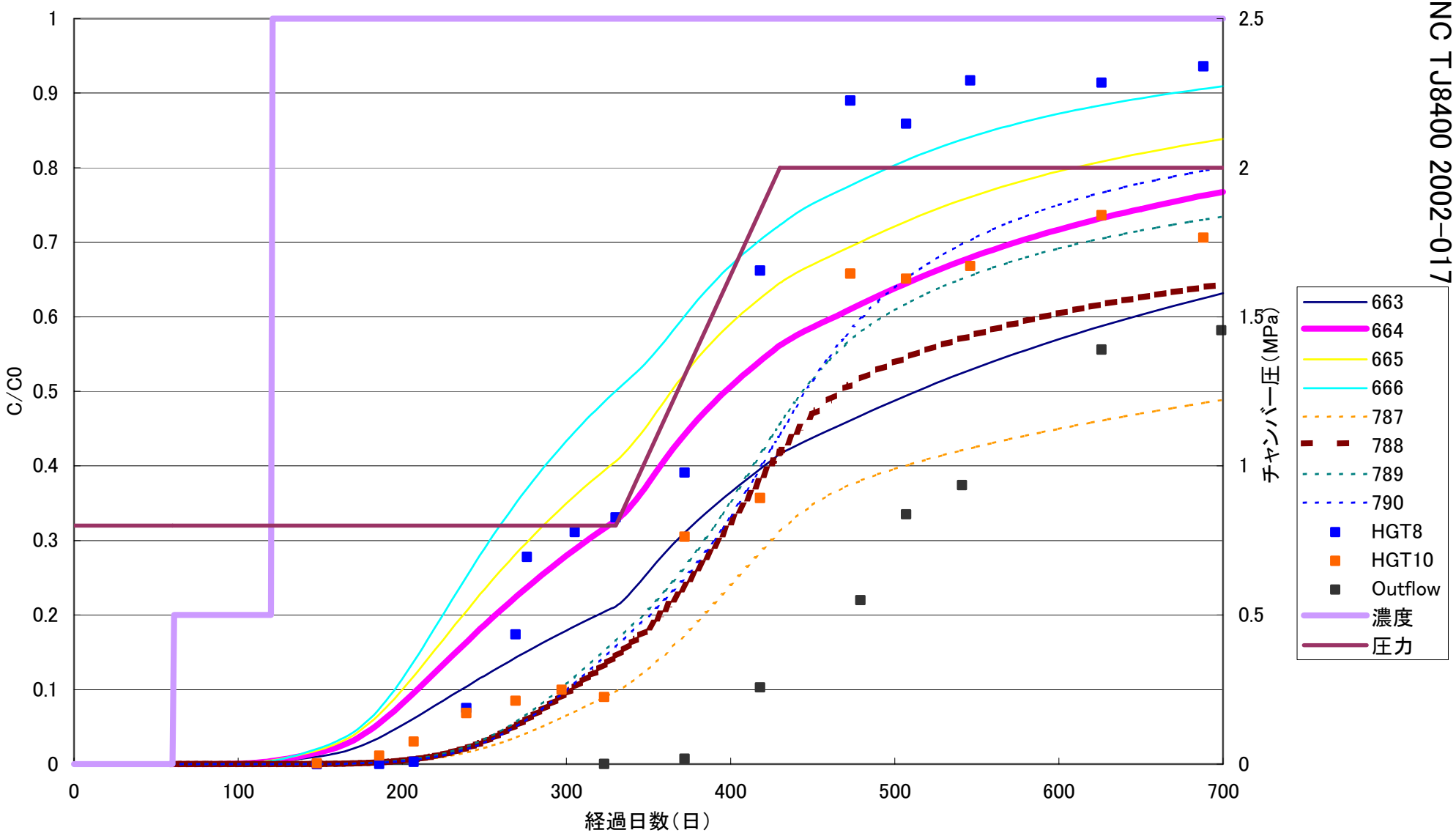


図－4．６ 移流分散解析における入力条件



図－4．7　移流分散解析結果評価位置


C/C0
チャンバー圧(MPa)
経過日数(日)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0.5
1.5
2
2.5
0
100
200
300
400
500
600
700
663
664
665
666
787
788
789
790
HGT8
HGT10
Outflow
濃度
圧力


C/C0
チャンバー圧(MPa)
経過日数(日)
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
0.5
1
1.5
2
2.5
0
100
200
300
400
500
600
700
663
664
665
666
787
788
789
790
HGT8
HGT10
Outflow
濃度
圧力

５． ワークショップ支援

トンネルシーリング試験は, AECL (カナダ), JNC, 核燃料サイクル開発機構 (日本), ANDRA (フランス), WIPP (アメリカ)の4機関による国際共同プロジェクトである。各国の処分事業に寄与できるよう本試験を推進するため, 各機関の意見を調整することを目的とした技術調整会議が年に２回, 各機関の代表者が出席し開催されている。本年度には, 第10回調整会議がアメリカで, 第11回調整会議がカナダで開催された。

この調整会議に対して発表資料の作成, 議論への参加等の技術支援を行った。以下に会議の内容についての報告を行う。

5.1 第 10 回「トンネルシーリング試験」技術調整会議

5.1.1 会議概要

第 10 回技術調整会議の目的は,

1) 過去５年間に実施してきた内容を取りまとめた５年間レポート（フェーズ 1 ファイナルレポート）のレビュー
2) フェーズ 2 の実施内容の検討

であった。AECL が本プロジェクトのホストであるため, これまでは試験実施位置でもあるマニトバ州ウィニペグで技術調整会議が開催されてきたが, 今回は WIPP が会場を提供することとなった。このため, 今回の技術調整会議は WIPP のあるアメリカ ニューメキシコ州カールスバッドで開催された。会議開催場所を図-5.1 に示す。アメリカの WIPP（Waste Isolation Pilot Plant）はアメリカエネルギー省（United Sate Department of Energy, USDoE）の資金援助のもとサンディア国立研究所（Sandia National Laboratory）が技術支援を行っている。このため WIPP 側の実際の対応機関はサンディア国立研究所となる。

同時に, 1998 年に世界で初めて放射性廃棄物（TRU 廃棄物）の最終地層処分を開始した WIPP サイトを訪問した。

5.1.2 会議内容

第 1 日　第 10 回「トンネルシーリング試験」技術調整会議
第 2 日　第 10 回「トンネルシーリング試験」技術調整会議,
　　WIPP サイト訪問
第 3 日　「トンネルシーリング試験」運営委員会

5.1.3 会議参加機関

AECL
ANDRA

Sandia National Laboratory
サイクル機構
鹿島
北海道大学
Itasca Consulting Groups, University of Minnesota

5.1.4 討議内容

図-5.2 に議事次第を示す。

「トンネルシーリング試験」技術調整会議

今回議論された内容は，①試験の最新進捗状況，②５年間レポートの進捗状況と予定，③５年間レポートの個別内容，④フェーズ２の計画案，である。各項目について特記事項を以下に示す。

① 試験の最新進捗状況

2MPa で加圧中で湧水量はベントナイトプラグから 0.5mL/min, コンクリートプラグから 20mL/min で落ち着いている。トレーサーのサンプリングは昨年 10 月から２ヶ月に１回の頻度に下げて実施中。

② ５年間レポートの進捗状況と予定

3 月末に各国へ配布されたドラフトはまだ記載されていない章もあり不完全である。今回の会議で指摘，議論された内容を反映させたファイナルドラフトを５月中に各国へ再配布する。各国とレビュアーである Fairhurst 教授，石島教授のレビューを経て７月中の完成を目指す。

③ ５年間レポートの個別内容

レポートの個別内容では，今回の試験結果がどのように活用されるか？ほかの岩体の場合にどう応用できるか？次に何を試験すればよいのか？といった点への記載内容について議論が行われた。また，日本側からトレーサー試験のモデル化に関しての追加検討結果の説明を行った。説明 OHP を Appendix－Ⅱとして添付する。

④ フェーズ２の計画案

フェーズ 2 の計画案が AECL から示された。

- その計画案はまず 4MPa に昇圧し，その圧力を保持したまま低濃度トレーサー投入を実施する。
- その間に温水試験の事前数値解析を行い，温水試験の詳細計画を立案する。
- その後温水試験，解体試験を実施する。

「トンネルシーリング試験」運営委員会

主にフェーズ２の実施内容についての討議が行われた。以下にその内容を示す。

- AECL が計画書の改訂版を作成し 5 月中に提案する。
- 4MPa への昇圧はもう 1 ヶ月の計測結果をふまえ安定したことを確認してから開始する。
- WIPP からフェーズ 2 への参加について再検討したいとの申し入れがあった。

5.2 第 11 回「トンネルシーリング試験」技術調整会議

5.2.1 会議概要

本年度から開始のフェーズ２からカナダ最大の電力会社である Ontario Power Generation（以下，OPG）も参加することとなった。前回まではトンネルシーリング試験（Tunnel Sealing Experiment，以下，TSX）のみの会議であったが，今回は AECL 側の提案により Engineering Design of Repository Sealing System（以下，ENDRESS）プロジェクトとの共同開催となった。ENDRESS とは本年度から開始された AECL と OPG（Ontario Power Generation）の共同プロジェクトである。

5.2.2　会議内容

第 1 日　（於　ピナワ）

・第 11 回「トンネルシーリング試験」技術調整会議
　及び第 1 回処分場の閉鎖設計に関する技術会議
・URL 現地見学

第 2 日　（於　ウィニペグ）

・第 11 回「トンネルシーリング試験」技術調整会議
　及び第 1 回処分場の閉鎖設計に関する技術会議

第 3 日　（於　ウィニペグ）

・「トンネルシーリング試験」運営委員会

5.2.3　会議参加機関

AECL
ANDRA
WIPP（アメリカの国内事情により出席できず）
サイクル機構
鹿島
北海道大学
Ontario Power Generation
University of Liverpool

University of Cardiff

University of Minnesota

University of Manitoba

Itasca Consulting Groups, University of Minnesota

5.2.4　討議内容

図-5.3 に今回の議事次第を示す。

「トンネルシーリング試験(TSX)」及び「ENDRESS」技術調整会議

本会議においては，① ENDRESS に関して URL で実施中の試験の説明，② TSX の進捗状況，③ TSX のフェーズ２の進め方，④ 閉鎖技術に関するその他の研究，についての発表が行われた。

① ENDRESS に関して URL で実施中の試験の説明

ENDRESS プロジェクトは，文字通り高レベル放射性廃棄物処分場における閉鎖技術に関する要素技術の設計についてのプロジェクトである。AECL と OPG の間で本年度から６年間の計画で実施される予定で，全体で 20 項目以上の TASK が進行しつつある。トンネルシーリング試験も閉鎖技術に関する試験であり，AECL はお互いに情報交換を行うため今回の共同開催を提案した。ENDRESS に関して現在 URL で実施中の以下 5 項目の試験についての説明が行われた。

- Composite Seal Experiment
- Light Backfill Study
- Dedicated Microbial Borehole/Microbial Studies
- Blast Damage Assessment
- Buffer-coupon test

② TSX の進捗状況

トンネルシーリング試験の状況が報告された。９月５日にチャンバー内圧力が 4MPa に到達後のベントナイトプラグからの湧水量は 0.4mL/min(透水係数 3.6×10^{-12}m/s 相当)，コンクリートプラグからの湧水量は 14mL/min(透水係数 1.7×10^{-10}m/s 相当)であった。チャンバーからの計器用ケーブル取出しに用いているボーリング孔からの湧水が 680mL/min と多く出ており，この部分の止水方法を現在検討中である。また，ベントナイトプラグは埋設計器の計測結果から，ほぼ飽和していることが確認された。

フェーズ 2 の温水試験のための予備試験と予測解析を実施している。室内試験による温度物性値の取得と解析により，チャンバー内の温度を目標値にするにはどれだけの温度の水を流す必要があるかを検討中である。この結果を基に加圧装置を設計する予定である。

③ TSX のフェーズ２の進め方

TSX のフェーズ２の進め方については, これまでに AECL から計画書が提出されている。これに対して日本とフランスから意見が示された。日本からの意見は，①温水試験を実施する前に 4MPa 加圧, 飽和時におけるトレーサー試験を実施する，②温水試験に関して日本側も予測解析を実施する，③温水試験の昇温方法について議論が必要である，④最大温度は 85 度程度がよい，⑤温水試験後の冷却試験は長期間必要ない，⑥冷却後減圧前に粘土グラウト試験を実施する，ということであった。フランスからの意見は，①温水試験前に圧力を上下させて応答をみる，②温水試験は２段階のステップ状に昇温する，③温水試験に関してフランス側も予測解析を実施する，④昇温の速度を速くした方がプラグの前後で膨潤の差が生じ面白い結果が得られる，⑤最大温度は 70-80 度がよい，といったことであった。これらの意見調整は運営委員会で行われた。

④ 閉鎖技術に関するその他の研究

TSX，ENDRESS 関連以外の閉鎖技術に関する発表が行われた。

- Monitoring microseismicity and acoustic emissions
- Modelling microseismicity with PFC
- Modelling evolution of damage in rock
- Hydraulic testing of interfaces/salinity
- The seal visualization test
- Physical testing of concrete-rock interfaces
- Monitoring Cracking in the TSX Concrete Bulkhead
- Upper backfill study
- Modelling water movement from rock to buffer
- Physical testing of sand-bentonite material

「トンネルシーリング試験」Steering Committee Meeting

本会議において, フェーズ 2 からの TSX へ OPG が参加することが正式に承認された。アメリカの WIPP のフェーズ 2 への参加の可否は現在保留中である。今回, アメリカの国内事情により代表者が出席できなかったこともあり，正式な回答はなかった。そのほか議論された内容は, ①会議の今後の進め方, ②フェーズ２に関する議論, ③その他の予定, であった。

①会議の今後の進め方

今回は ENDRESS との共同開催であり，この点についてコメントが述べられた。非常にたくさんの情報があり, 非常に有意義な会議であったが,逆にあまりに多すぎて個々の議論が少なく十分消化できたとは言い難い。その代案として，「このような大きな会議は１年に１度行い，基本的にオープン参加にする。それとは別に個々のプロジェクトの会議を担当者だ

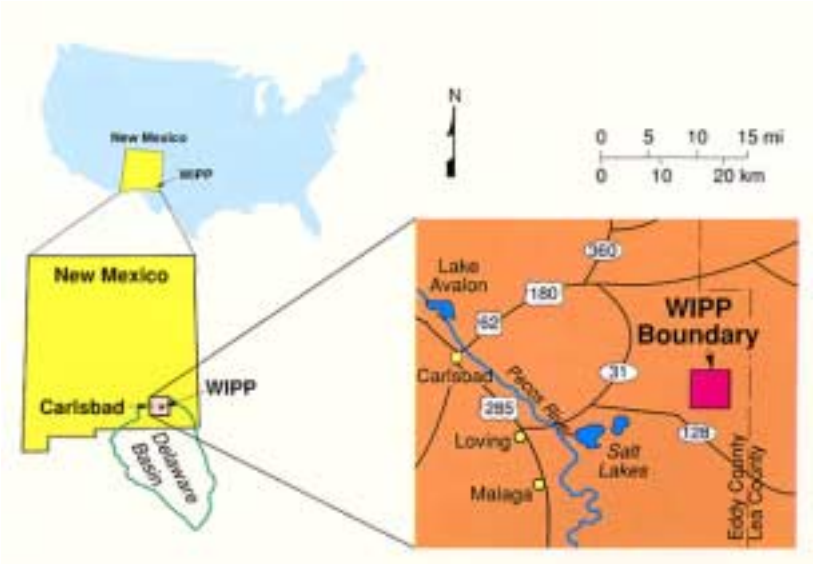
けで開催する。これは半年に 1 回でこれまで通り」という案が出て，引き続き検討することとなった。

②フェーズ２に関する議論,

トレーサー試験は３月に開始し，5 月まで 4MPa で現在の温度で実施する。トレーサーはこれまで使用した NaI とは異なる物質を用いる。昇温は６月から開始する。昇温をステップ状にするか，最高温度を何度にするかは予測解析の結果を基に判断することとなった。粘土グラウトに関しては，実施することは基本的に問題ない。ただ注入用ボーリングがスチールサポートを貫く必要があること，湧水が既に減少傾向にあること等の問題があるが，まだ時間的余裕があるので追って検討することとなった。これらのことを入れ込んだ新しい計画書を AECL が作成し，３月までに各機関に配布することとなった。

③その他の予定,

フェーズ１についての「TSX5 年間レポート」は 12 月までにファイナルドラフトを AECL が作成し，JNC に送付。JNC が１月末までに確認し，AECL に連絡することとなった。


New Mexico
WIPP
New Mexico
Carlsbad
WIPP
Delaware Basin
N
0 5 10 15 mi
0 10 20 km
Lake Avalon
180
62
360
WIPP Boundary
Carlsbad
285
31
Pecos River
Loving
Malaga
Salt Lakes
128
Eddy County
Lea County

図－５．１　WIPP 位置図

10th Tunnel Sealing Experiment Coordination Meeting
Carlsbad New Mexico

First Day

08:45 Welcome and Introduction
08:50 Status of the Tunnel Sealing Experiment - Chandler
09:15 The TSX 5 year report - Chandler
- outline
- remaining tasks
- executive summary
- logistics of report review and approval

10:15 Break
10:45 Summary of rock mechanics in the TSX report - Martino
11:05 Summary of concrete topics in the TSX report - Chandler
11:45 Lunch
13:15 Clay bulkhead response since last September - Dixon
13:45 Summary of clay topics in the TSX report - Dixon
14:00 Revised tracer test modelling - Masumoto
14:25 Summary of instrumentation/test facilities etc. as provided in the report - Martino
14:45 Break
15:15 Experiment Interpretation/conclusions - Chandler
16:00 Discussion of conclusions drawn in the report
16:30 Adjourn

Second Day

08:45 A program for developing engineering tools for seal design -Chandler
09:15 Plans for the future of the TSX - Chandler
- in the next 12 months
- in the next 3 years

10:00 Break
10:20 Summary comments and adjournment of the TSX meeting
10:40 WIPP summary - Hansen
11:20 Wrap of the meeting
11:30 on the bus for lunch at WIPP

Afternoon - **Tour of WIPP**

After WIPP - time can be set aside for discussions on future international participation in the TSX

Third Day

Steering Committee Meeting - Times to be announced

図－５．２　第 10 回技術調整会議議事次

11th Tunnel Sealing Experiment Coordination Meeting
1st Engineering Design of Repository Seals Meeting

Agenda

First Day – Underground Research Laboratory

Transportation provided from Radisson Hotel at 7:00 am

8:45 Introduction & Meeting Organization – Chandler

9:00 International Directions in Sealing

[a brief description of the technical directions in sealing research]

- JNC
- ANDRA
- WIPP
- OPG

9:20 Current URL Experiments (5 min each) - Chandler

- Composite Seal Experiment - Martino
- Light Backfill Study (brief overview) – Baumgartner
- Dedicated Microbial Borehole/Microbial Studies – Stroes Gascoyne
- Blast Damage Assessment - Martino
- Buffer-coupon test - Dixon

10:00 Underground Tour

12:00 Buffet Lunch

13:00 Linkages between system characterization, modelling and monitoring – Read

13:20 Sealing System Design Requirements – Ates

13:45 <u>Characterization of Sealing Systems</u>

- The Tunnel Sealing Experiment status – Chandler
- Hydrogeological monitoring of the TSX - Kozak
- TSX future plans - Martino
- Modelling the thermal test for experiment design – Guo

15:00 Break

15:20 Thermal modelling of the TSX – Sugita

Issues for TSX heating - Vignal

Discussion of heating protocol – all

<u>Materials, Monitoring and Modelling</u>

16:15 Modelling as a design tool – Experience at the URL - Chandler

16:30 Adjourn

17:00 Return to Winnipeg

19:30 Dinner in Winnipeg

Second Day – Winnipeg (Radisson Hotel)

Materials, Monitoring and Modelling (continued)

8:30 Rock

- Monitoring microseismicity and acoustic emissions – Young
- Modelling microseismicity with PFC - Young
- Modelling evolution of damage in rock – Detournay

9:40 Interfaces

- SEAS (Hydraulic testing of interfaces/salinity) – Dixon

10:10 Break

10:30 Interfaces (continued)

- The seal visualization test – Chandler
- Physical testing of concrete-rock interfaces – Read/Lau

11:15 Concrete

- Cracking in concrete bulkhead from strain gauge monitoring - Chandler
- Monitoring Cracking in the TSX Concrete Bulkhead – Young
- Issues in concrete modelling - Chandler

12:00 Lunch

13:15 Clay

- Upper backfill study – Baumgartner
- TSX clay bulkhead monitoring, degree of saturation – Dixon
- Modelling saturation of the TSX bulkhead summary (15 min) – Chandler

14:30 Break

14:50 Modelling water movement from rock to buffer (Isothermal Test) – Thomas

- Physical testing of sand-bentonite material – Blatz
- Measurement of moisture content in unsaturated sand-bentonite – Chandler

16:00 Reporting - Chandler

16:10 Future directions in seals engineering – discussion

16:30 Summary comments (Peer reviewers, JNC, OPG, ANDRA, WIPP)

17:00 Adjourn

Third Day – Winnipeg (Radisson Hotel)

9:00 to 11:30 Steering Committee Meeting

図－５．３　第 11 回技術調整会議及び第 1 回 ENDRESS 会議議事次第

６．おわりに

本年度は，カナダ AECL におけるトンネルシーリング性能試験で昨年度までに実施した2MPa までの注水圧の試験に引続き，圧力増加後の性能に関する試験を行うことから，取得されるデータおよびトレーサー試験結果のデータの整理，解釈，トレーサー結果の数値解析に関わる技術的検討，評価を行った。また，シーリングシステム構築のための情報整理を行った。

Appendix-Ⅰ

トンネルシーリング試験全作業内容

（2000 年 10 月 17 日～2001 年 9 月 18 日）

2000 Oct 17 Flow 0.050/0.040L/min, Vault press 2.040MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =31.680(0.660L/30min), cable ports from sand buffer making =24.000L(.500L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.9000L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.120L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.270L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.012L, #13 = 0.014L, #14 = 0.009L, #15 = 0.720L, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Replaced zone 15 peristaltic water pump.

2000 Oct 18 Flow 0.040L/min, Vault press 2.040/2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =31.200(0.650L/30min), cable ports from sand buffer making =24.000L(.500L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.8200L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.900L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.020L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.018L, #13 = 0.012L, #14 = 0.007L, #15 = 0.830L, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Oct 19 Flow 0.040/0.05L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =31.200(0.650L/30min), cable ports from sand buffer making =24.000L(.500L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.9500L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.860L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.032L, #9= 0.00L, #10= 0.027L, #12 = 0.017L, #13 = 0.015L, #14 = 0.031L, #15 = 0.740L, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Oct 23 Flow 0.040/0.05L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =122.880(0.640L/30min), cable ports from sand buffer making =92.160L(.480L/30min) of water (Port 1, TCH2), 7.3900L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =9.570L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.025L, #9= 0.00L, #10= 0.008L, #12 = 0.062L, #13 = 0.051L, #14 = 0.008L, #15 =0.00L, (pump burnt out again), #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Oct 24 Flow 0.040/0.05L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =30.24(0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =23.04L(.480L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.770L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.020L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.220L, #9= 0.00L, #10= 0.004L, #12 = 0.018L, #13 = 0.015L, #14 = 0.006L, #15 =1.13L(over 5 days??),, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Oct 25 Flow 0.040/0.05L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =30.72(0.640L/30min), cable ports from sand buffer making =23.04L(.480L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.775L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.030L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.007L, #9= 0.00L, #10= 0.004L, #12 = 0.017L, #13 = 0.013L, #14 = 0.007L, #15=0.550, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Cable leak from wall unit adjacent to 417 data logger pad, informed R. Backer.

2000 Oct 26 Flow 0.040/0.05L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =30.24(0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =22.56L(.480L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.890L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.00L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.002L, #9= 0.00L, #10= 0.005L, #12 = 0.017L, #13 = 0.012L, #14 = 0.009L, #15=0.800, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Oct 27 Flow 0.040/0.05L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =30.24(0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =22.08L(.460L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.880L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.830L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= tr. , #12 = 0.013L, #13 = 0.011L, #14 = 0.003L, #15=0.760, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Oct 31 Flow 0.040L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =120.96(0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =90.24L(.470L/30min) of water (Port 1, TCH2), 6.900L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =6.350L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= 0.001L, #12 = 0.054L, #13 = 0.095L, #14 = 0.036L, #15=2.460, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Nov 01 Flow 0.040L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =120.96(0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =90.24L(.470L/30min) of water (Port 1, TCH2), 6.900L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =6.350L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= 0.001L, #12 = 0.054L, #13 = 0.095L, #14 = 0.036L, #15=2.460, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Nov 02 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.76(0.310L/15min), cable ports from sand buffer making =21.12L(.220L/15min) of water (Port 1, TCH2), 1.910L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.580L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.230L, #9= 0.00L, #10= 0.048L, #12 = 0.017L, #13 = 0.014L, #14 = 0.005L, #15=0.580, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Sump area behind clay key concrete retaining ring appears to have a small leak (possible blast damage).

2000 Nov 03 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.52 (0.615L/30min), cable ports from sand buffer making =20.90L(.450L/31min) of water (Port 1, TCH2), 1.630L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.300L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.007L, #9= 0.00L, #10= 0.027L, #12 = 0.009L, #13 = 0.023L, #14 = 0.005L, #15=0.720, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Started collecting water samples from the clay key collection zones, duration to be approx. 1 week.

2000 Nov 06 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =90.72 (0.63L/30min), cable ports from sand buffer making =20.67L(.445L/31min) of water (Port 1, TCH2), 4.97L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.800L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.007L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.00L, #15=1.820, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Collecting water samples from the clay key collection zones, duration to be approx. 1 week.

2000 Nov 07 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.28 (0.61L/30min), cable ports from sand buffer making =20.40L(.425L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.710L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.300L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.00L, #15=0.610, #16= 0.000, #17 =0.00L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Collecting water samples from the clay key collection zones, duration to be approx.

2000 Nov 09 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =60.78 (0.900L/43min), cable ports from sand buffer making =38.90L(.635L/47min) of water (Port 1, TCH2), 3.320L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.640L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.200L, #9= 0.00L, #10= 0.060L, #12 = 0.080L, #13 = 0.115L, #14 = 0.050L, #15=1.210, #16= 0.000, #17 =0.650L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Sampling completed.

2000 Nov 10 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.44 (0.920L/45min), cable ports from sand buffer making =19.84L(.620L/45min) of water (Port 1, TCH2), 1.300L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.000L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L,

#5= 0.00L, #6= 0.00L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.00L, #13 = 0.00L, #14 = 0.000L, #15=0.610, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Blew out clay collection zone 17 drain line.

2000 Nov 13 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =89.28 (0.620L/30min), cable ports from sand buffer making =57.660L(0.400L/30min) of water (Port 1, TCH2), 4.820L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =5.580L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.00L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.030L, #13 = 0.022L, #14 = 0.000L, #15=1.710, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection, set pressure and flow alarms for AGB sampling.

2000 Nov 14 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.76 (0.620L/30min), cable ports from sand buffer making =21.120L(0.440L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.600L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.580L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.034L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.010L, #13 = 0.005L, #14 = 0.002L, #15=0.49, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Nov 15 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.265 (0.630L/31min), cable ports from sand buffer making =18.720L(0.390L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.500L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.330L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.170L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.005L, #13 = 0.006, #14 = 0.014, #15=0.45, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Nov 16 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.760 (0.620L/30min), cable ports from sand buffer making =18.720L(0.390L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.550L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.200L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.019L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.003L, #13 = 0.005, #14 = 0.024, #15=0.46, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection.

2000 Nov 17 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.800 (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =18.960L(0.395L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.670L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.350L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.004L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.003L, #13 = 0.005, #14 = 0.004, #15=0.43, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Rick Backer checking on Rm. 417 wall mounted data logger box. Peeled back cable covering to allow water to escape before reaching cable hook ups.

2000 Nov 21 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =115.200 (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =74.323L(0.400L/31min) of water (Port 1, TCH2), 6.180L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =7.260L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.005L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.000L, #13 = 0.010, #14 = 0.007, #15=2.420, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Checked for a suitable location to install the water collector tray for Rm. 417 wall mounted data logger (will probably drain the cables into the weir).

2000 Nov 22 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.280 (0.610L/30min), cable ports from sand buffer making =18.48L(0.385L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.600L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.445L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.260L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.000L, #13 = 0.006, #14 = 0.003, #15=0.510, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & Flow measurements, General inspection. Drained leaking CRTD 8 and 9 instrument cables into the weir. Recorded 4 additional leaking cables from the concrete key.

2000 Nov 23 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.210 (1.055L/52min), cable ports from sand buffer making

=18.17L(0.650L/51.5min) of water (Port 1, TCH2), 1.450L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.620L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.009L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.003L, #13 = 0.006, #14 = 0.004, #15=0.480, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection, recorded the colour and amount of solution collected in psychrometer cable drainage bottles.

2000 Nov 24 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.800 (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =18.720L(0.390L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.490L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.530L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.018L, #9= 0.00L, #10= 0.00L, #12 = 0.006L, #13 = 0.005, #14 = 0.005, #15=0.480, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Nov 28 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =113.200 (0.590L/30min), cable ports from sand buffer making =67.2000L(0.350L/30min) of water (Port 1, TCH2), 5.930L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =6.500L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.004L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.009L, #13 = 0.013, #14 = 0.032, #15=1.820, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Nov 29 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.871 (0.600L/31min), cable ports from sand buffer making =16.800L(0.350L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.430L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.280L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.004L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.002L, #13 = 0.005, #14 = 0.014, #15=0.540, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Nov 30 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.800 (0.600L/31min), cable ports from sand buffer making =18.200L(0.380L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.520L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.360L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.002L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.00L, #13 = 0.002, #14 = 0.009, #15=0.480, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 01 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.560 (0.780L/38min), cable ports from sand buffer making =16.990L(0.460L/39min) of water (Port 1, TCH2), 1.490L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.220L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.025L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.00L, #13 = 0.002, #14 = 0.002, #15=0.460, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Sent samples of red substance collected along the floor of rm. 405 to Jim Ross for analysis.

2000 Dec 04 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =83.520 (0.580L/30min), cable ports from sand buffer making =51.840L(0.360L/30min) of water (Port 1, TCH2), 4.590L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.875L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.330L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.00L, #13 = 0.011, #14 = 0.013, #15=1.290, #16= 0.000, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 05 Flow 0.040L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.639 (0.595L/31min), cable ports from sand buffer making =17.180L(0.370L/31min) of water (Port 1, TCH2), 1.370L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.100L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.022L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.00L, #13 = 0.005, #14 = 0.004, #15=0.520, #16= 0.000, #17 =0.140L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 06 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow

measurement =32.640 (0.680L/30min), cable ports from sand buffer making =15.600L(0.325L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.480L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.310L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.120L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.00L, #13 = 0.004 L, #14 = 0.032L, #15=0.490L, #16= 0.000L, #17 =0.006L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 07 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.320 (0.590L/30min), cable ports from sand buffer making =17.020L(0.390L/33min) of water (Port 1, TCH2), 1.705L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.490L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.037L, #9= 0.00L, #10= 0.004L, #12 = 0.00L, #13 = 0.006 L, #14 = 0.003L, #15=0.400L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 11 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =109.440 (0.570L/30min), cable ports from sand buffer making =69.120L(0.360L/30min) of water (Port 1, TCH2), 5.830L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =4.615L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.010L, #9= 0.00L, #10= 0.006L, #12 = 0.00L, #13 = 0.110 L, #14 = 0.008L, #15=1.990L, #16= 0.000L, #17 =0.002L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 12 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.360 (0.570L/30min), cable ports from sand buffer making =14.400L(0.300L/32min) of water (Port 1, TCH2), 1.200L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.0850L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.013L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.00L, #13 = 0.013 L, #14 = 0.005L, #15=0.420L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 13 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.360 (0.570L/30min), cable ports from sand buffer making =15.360L(0.320L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.450L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.980L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.011L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.00L, #13 = 0.027 L, #14 = 0.014L, #15=0.500L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 14 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.120 (0.565L/30min), cable ports from sand buffer making =15.330L(0.330L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.700L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.230L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.030L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.00L, #13 = 0.013 L, #14 = 0.004L, #15=0.500L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 15 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.174 (0.585L/31min), cable ports from sand buffer making =15.794L(0.340L/31min) of water (Port 1, TCH2), 1.500L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.595L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.170L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.00L, #13 = 0.006 L, #14 = 0.005L, #15=0.610L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 18 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =80.640L (0.56L/30min), cable ports from sand buffer making =46.080L(0.320L/30min) of water (Port 1, TCH2), 4.380L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =5.710L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.007L, #9= 0.00L, #10= 0.001L, #12 = 0.00L, #13 = 0.012 L, #14 = 0.016L, #15=2.110L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 19 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =26.880L (0.56L/30min), cable ports from sand buffer making

=15.840L(0.330L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.810L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.250L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.022L, #9= 0.00L, #10= 0.001L, #12 = 0.00L, #13 = 0.002 L, #14 = 0.013L, #15=0.920L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 20 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.360L (0.285L/15min), cable ports from sand buffer making =15.360L(0.160L/15min) of water (Port 1, TCH2), 1.410L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.920L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.170L, #9= 0.00L, #10= 0.011L, #12 = 0.002L, #13 = 0.002 L, #14 = 0.004L, #15=0.820L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2000 Dec 22 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.8000L (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =15.360L(0.320L/30min) of water (Port 1, TCH2), 2.840L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.590L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.005L, #9= 0.00L, #10= 0.031L, #12 = 0.002L, #13 = 0.002 L, #14 = 0.027L, #15=1.440L, #16= 0.000L, #17 =0.000L, Sonic Probe & flow measurements, general inspection - set up collection systems for X-mas break.

2001 Jan 02 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =321.860L (0.630L/31min -11 days), cable ports from sand buffer making =161.700L(0.245L/24min -11 days) of water (Port 1, TCH2). No water was collected from the 417 conductivity data logger cables and Port 2 (TCH1) collection zones. Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.540L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.065 L, #14 = 0.220L, #15=6.850L, #16= 0.000L, #17 =0.001L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 03 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =26.880L (0.560L/30min), cable ports from sand buffer making =14.400L(0.300L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.220L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.210L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.005L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.001L, #13 = 0.015 L, #14 = 0.024L, #15=0.660L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 04 Flow 0.030 - 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =26.880L (0.560L/30min), cable ports from sand buffer making =14.400L(0.300L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.375L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.350L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.001L, #9= 0.00L, #10= 0.058L, #12 = 0.003L, #13 = 0.016L, #14 = 0.025L, #15=0.600L, #16= 0.000L, #17 =tr. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 05 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =26.880L (0.560L/30min), cable ports from sand buffer making =14.400L(0.300L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.345L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.290L (rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= 0.030L, #12 = 0.000L, #13 = 0.010L, #14 = 0.009L, #15=0.630L, #16= 0.000L, #17 =0.190L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 08 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =80.640L (0.560L/30min), cable ports from sand buffer making =43.200L(0.300L/30min) of water (Port 1, TCH2), 3.950L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =6.795L (rm. 417-estimated). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.000L, #13 = 0.013L, #14 = 0.012L, #15=1.860L, #16= 0.000L, #17 =0.105L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 09 Flow 0.030/0.04L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.360L (0.570L/30min), cable ports from sand buffer making =13.440L(0.280L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.120L of water (Port 2, TCH1),

Conductivity data logger cables =1.660L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.000L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.000L, #13 = 0.013L, #14 = 0.009L, #15=0.580L, #16= 0.000L, #17 =0.001L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 10 Flow 0.030/0.04L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.360L (0.570L/30min), cable ports from sand buffer making =14.40L(0.330L/33min) of water (Port 1, TCH2), 1.100L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.980L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.290L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.000L, #13 = 0.005L, #14 = 0.007L, #15=0.590L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 11 Flow 0.030/0.04L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.840L (0.580L/30min), cable ports from sand buffer making =13.220L(0.280L/30.5min) of water (Port 1, TCH2), 1.410L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.530L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.007L, #9= 0.00L, #10= 0.002L, #12 = 0.004L, #13 = 0.013L, #14 = 0.007L, #15=0.810L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 15 Flow 0.04L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.800L (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =12.960L(0.270L/30min) of water (Port 1, TCH2), 5.500L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =10.2330L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.007L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.010L, #14 = 0.100L, #15=2.7200L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 19 Flow 0.04L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.840L (0.580L/30min), cable ports from sand buffer making =13.220L(0.280L/30.5min) of water (Port 1, TCH2), 5.560L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =9.700L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.278L, #9= 0.00L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.035L, #15=2.810L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 22 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.1140L (0.410L/21min), cable ports from sand buffer making =12.600L(0.210L/24min) of water (Port 1, TCH2), 1.920L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.310L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.00L, #6= 0.002L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.018L, #15=2.020L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 23 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.400L (0.685L/36min), cable ports from sand buffer making =11.800L(0.295L/36min) of water (Port 1, TCH2), 0.775L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.905L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.000L, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.002L, #15=0.540L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Started clay collection zone sampling Will run for approx. 10 days

2001 Jan 24 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.800 (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =14.160L(0.300L/30min) of water (Port 1, TCH2), 1.220L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.820L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.000L, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=0.500L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 26 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.80L (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =12.480L(0.260L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.600L of water (Port 2, TCH1),

Conductivity data logger cables =1.600L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.000L, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=1.3000L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 29 Flow 0.030/0.04L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.80L (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =12.000L(0.250L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 4.250L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =5.190L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.00L, #5= 0.000L, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=1.650L, #16= 0.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Jan 31 Flow 0.040L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =28.80L (0.600L/30min), cable ports from sand buffer making =14.400L(0.300L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.500L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =6.480L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=1.2200L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 02 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =24.000L (0.500L/30min), cable ports from sand buffer making =12.48L(0.260L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 0.00L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.00L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=1.1700L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 05 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =27.940L (0.650L/33.5min), cable ports from sand buffer making =11.52L(0.240L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 4.20L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =6.25L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.800L, #9= 0.000L, #10= 0.190L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.100L, #15=1.740L, #17 =0.150L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Collected water samples. Left zones 12 and 13 hooked up.

2001 Feb 07 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =30.240L (0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =12.00L(0.250L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.68L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.17L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=1.260L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 09 Flow 0.030/0.040L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =30.240L (0.630L/30min), cable ports from sand buffer making =12.00L(0.250L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.545L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.450L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.000L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15=1.000L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 12 Flow 0.030/0.04L/min, Vault press 2.010/2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.760L (0.620L/30min), cable ports from sand buffer making =11.52L(0.240L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 4.415L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =4.840L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.002L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.019L, #15=1.800L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 14 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.520L (0.410L/20min), cable ports from sand buffer making =10.80L(0.150L/20.min) of water (Port 1, TCH2), 2.590L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.620L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.052L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.012L, #15=1.3400L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 16 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir Flow measurement =29.360L (0.510L/25min), cable ports from sand buffer making =10.36L(0.180L/25.min) of water (Port 1, TCH2), 2.700L of water (Port 2, TCH1),

Conductivity data logger cables =2.600L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.077L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.006L, #15=0.910L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 19 Flow 0.030/0.040L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =29.520L (0.410L/20min), cable ports from sand buffer making =10.80L(0.150L/20.min) of water (Port 1, TCH2), 3.900L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.550L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.310L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.018L, #15=1.7500L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 21 Flow 0.030/0.040L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =29.760L (0.620L/30min), cable ports from sand buffer making =11.04L(0.230L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.550L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.100L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.016L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.007L, #15=1.010L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 23 Flow 0.040L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =31.123L (0.670L/31min), cable ports from sand buffer making =10.56L(0.220L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.550L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.000L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.055L, #9= 0.000L, #10= 0.000L, #12 = 0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.012L, #15=1.480L, #17 =0.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 26 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =29.76L (0.620L/30min), cable ports from sand buffer making =10.56L(0.220L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 3.750L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =3.320L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.240L, #14 = 0.025L, #15=1.675L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Feb 28 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =27.87L (0.600L/31min), cable ports from sand buffer making =10.219L(0.220L/31.min) of water (Port 1, TCH2), 2.260L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.250L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.029L, #14 = 0.010L, #15=0.860L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. A small tracer leak was detected at the junction of the Sonic Probe shaft and steel retaining wall.

2001 Mar 02 Flow 0.030L/min, Vault press 2.010MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =27.90L (0.310L/16min), cable ports from sand buffer making =10.400L(0.130L/18.min) of water (Port 1, TCH2), 2.450L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.880L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.002L, #14 = 0.007L, #15=1.220L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 05 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =27.770L (0.540L/28min), cable ports from sand buffer making =10.800L(0.150L/20.min) of water (Port 1, TCH2), 4.110L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.680L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.002L, #14 = 0.014L, #15=1.660L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. The leak on the sonic probe has stopped.

2001 Mar 07 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =27.730L (0.520L/27min), cable ports from sand buffer making =10.667L(0.200L/27.min) of water (Port 1, TCH2), 2.610L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.590L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.002L, #14 = 0.019L, #15=1.130L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 09 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =26.400L (0.550L/30min), cable ports from sand buffer making =10.560L(0.220L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 2.900L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.320L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.002L, #14 = 0.011L, #15=1.010L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 12 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =25.200L (0.525L/30min), cable ports from sand buffer making =09.840L(0.205L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 4.150L of water (Port 2, TCH1),

Conductivity data logger cables =2.00L(rm. 417). Clay collection zone -, #6= 0.002L, #9=1.58L, #14 = 0.019L, #15=1.550L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 16 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =23.520L (0.490L/30min), cable ports from sand buffer making =9.60L(0.200L/30.min) of water (Port 1, TCH2), 5.4750L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.200L(rm. 417). Clay collection zone - , #6= 0.000L, #9= 0.350L, #14 = 0.005L, #15=1.880L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 19 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =22.690L (0.520L/33min), cable ports from sand buffer making =9.874L(0.240L/35min) of water (Port 1, TCH2), 4.010L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.600L(rm. 417). Clay collection zone - #6= 0.000L, #9= 0.003L, #14 = 0.010L, #15=1.750L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 21 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =22.080L (0.520L/33min), cable ports from sand buffer making =9.874L(0.240L/35min) of water (Port 1, TCH2), 4.010L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.600L(rm. 417). Clay collection zone - #6= 0.000L, #9= 0.003L, #14 = 0.010L, #15=1.750L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **Blew out clay collection zone lines & started taking water measurements on psychrometer cable leaks (collection bottles located in data logger 51).**

2001 Mar 23 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =16.80L (0.350L/30min), cable ports from sand buffer making =11.148L(0.240L/31min) of water (Port 1, TCH2), 4.010L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.600L(rm. 417). Clay collection zone - #6= 0.000L, #9= 0.003L, #14 = 0.010L, #15=1.750L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Mar 29 Flow 0.030L/min, Vault press 2.020MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =22.80L (0.475L/30min), cable ports from sand buffer making =10.08L(0.300L/30min) of water (Port 1, TCH2), 8.1750L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =2.410L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.055L, #15=3.114L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Apr 02 Flow 0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =20.873L (1.580L/109min), cable ports from sand buffer making =9.730L(0.750L/111min) of water (Port 1, TCH2), 5.600L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.810L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.025, #15=1.750L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection**. Completed taking water measurements on psychrometer cable leaks (collection bottles located in data logger 52). Clay collection zone sampling was started.**

2001 Apr 04 Flow 0.020/0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =22.080L(0.460L/30min), cable ports from sand buffer making =9.60L(0.200L/30min) of water (Port 1, TCH2), 2.710L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.780L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.000L, #15=1.000L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Apr 06 Flow 0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =20.640L(0.430L/30min), cable ports from sand buffer making =9.60L(0.200L/30min) of water (Port 1, TCH2), 2.830L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.720L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.000L, #15=1.360L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Hooked up Heiss digital pressure readout gauge.

2001 Apr 09 Flow 0.030/0.020L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =20.640L(0.430L/30min), cable ports from sand buffer making =9.755L(0.210L/31min) of water (Port 1, TCH2), 4.240L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.950L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.000L, #15=1.540L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Hooked up drainage pipe for right side return pressure line (rm. 415).

2001 Apr 11 Flow 0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =20.221L(0.660L/47min), cable ports from sand buffer making =9.804L(0.320L/47min) of water (Port 1, TCH2), 2.750L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.540L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.000L, #15=1.005L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Apr 12 Flow 0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =19.974L(0.430L/31min), cable ports from sand buffer making =9.755L(0.210L/31min) of water (Port 1, TCH2), 1.4250L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.260L(rm. 417). Clay collection zone - #2= 0.000L, #15=0.550L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Apr 16 Flow 0.020/0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =21.600L(0.495L/33min), cable ports from sand buffer making =9.600L(0.220L/33min) of water (Port 1, TCH2), 5.000L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.140L(rm. 417). Clay collection zone - #15=2.390L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **Clay collection zone sampling has been completed.** Ran surface flow test #1.

2001 Apr 17 Ran surface flow test #2

2001 Apr 18 Flow 0.020/0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =19.800L(0.440L/32min), cable ports from sand buffer making =1.600L(0.200L/30min) of water (Port 1, TCH2), 3.3000L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.495L(rm. 417). Clay collection zone - #15=0.970L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Ran surface flow test #3

2001 Apr 19 Ran surface flow test #4

2001 Apr 20 Flow 0.020/0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =21.600L(0.495L/33min), cable ports from sand buffer making =9.600L(0.220L/33min) of water (Port 1, TCH2), 5.000L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =1.1400L(rm. 417). Clay collection zone - #15=1.180L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. Ran surface flow test #5.

2001 Apr 23 Flow 0.020/0.030L/min, Vault press 2.030MPa, water supply = 0.00, Concrete weir flow measurement =20.020L(0.570L/41min), cable ports from sand buffer making =8.781L(0.250L/41min) of water (Port 1, TCH2), 4.990L of water (Port 2, TCH1), Conductivity data logger cables =0.650L(rm. 417). Clay collection zone - #15=1.735L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.
Vented the TSX experiment (from Rm421). Jim Ross took a 250ml water sample. 19.70 litres was removed from the vault. Pressure increased to 2052 (D/L-surface read out)

2001 Apr 24 Ran surface flow test #6

2001 Apr 25 Flow 0.02/0.03 l/min, Vault press 2.050 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =19.680L(0.410 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 10.464L (0.218L/30 min), TCH1 = 3.760L & Conductivity data logger cables = 0.700L(rm. 417). Clay collection zone - #15 =1.095L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **08:55** Pressure Step 98 - 25 kPa, - 2.058 to 2.083 MPa. (Underground Heiss read out)

2001 Apr 26 Flow 0.03 l/min, Vault press 2.090 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =21.210L(0.440 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 12.000L (0.250L/30 min), TCH1 = 2.290L & Conductivity data logger cables = 0.330L(rm. 417). Clay collection zone - #15 =0.620L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:08** Pressure Step 99 - 15 kPa, - 2.090 to 2.105 MPa.

2001 Apr 27 Flow 0.03 l/min, Vault press 2.110 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =20.640L(0.430 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 12.680L (0.265L/30 min), TCH1 = 2.750L & Conductivity data logger cables = 0.310L(rm. 417). Clay collection zone - #15 =0.550L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 Apr 30 Flow 0.03 l/min, Vault press 2.11 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =20.400L(0.425 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 12.0L (0.250L/30 min), TCH1 = 7.730L & Conductivity data logger cables = 0.950L(rm. 417).

Clay collection zone - #14 =0.017L, #15 =1.650L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

08:58 Pressure Step #100 - 20 kPa, - 2.105 to 2.125 MPa.

2001 May 01 Flow 0.03 l/min, Vault press 2.130 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =20.880L(0.435 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 13.440L (0.280L/30 min), TCH1 = 2.900L & Conductivity data logger cables = 0.550L(rm. 417). Clay collection zone - #14 =0.007L, #15 =0.540L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:35** Pressure Step #101 - 18kPa, - 2.132 to 2.150 MPa. Switched over to PRV #3.

2001 May 02 Flow 0.03 l/min, Vault press 2.150 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =21.120L(0.440 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 14.400L (0.300L/30 min), TCH1 = 3.065L & Conductivity data logger cables = 0.555L(rm. 417). Clay collection zone - #14 =0.004L, #15 =0.550L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:38** Pressure Step #102 - 26kPa, - 2.149 to 2.175 MPa.

2001 May 03 Flow 0.03/0.04 l/min, Vault press 2.180 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =21.360L(0.445 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 16.320L (0.340L/30 min), TCH1 = 3.980L & Conductivity data logger cables = 0.560L(rm. 417). Clay collection zone - #14 =0.004L, #15 =0.550L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **10:00** Pressure Step #103 - 23kPa, - 2.177 to 2.200 MPa. Hi pressure alarm was triggered at 11:40. Pressure was set too low. Increased the hi alarm pressure to 2.230 and reset the system. Everything returned to normal.

2001 May 04 Flow 0.03/0.04 l/min, Vault press 2.200 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =22.320L(0.465 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 17.280L (0.360L/30 min), TCH1 = 4.230L & Conductivity data logger cables = 0.505L(rm. 417). Clay collection zone - #14 =0.003L, #15 =0.530L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 May 07 Flow 0.03/0.04 l/min, Vault press 2.200 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.040L(0.400 L/25 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 17.280L (0.300L/25 min), TCH1 = 11.365L & Conductivity data logger cables = 1.180L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.680L, #14 =0.023L, #15 =1.520L, #17 =0.002L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **08:59** Pressure Step #104 - 26kPa, - 2.199 to 2.225 MPa.

2001 May 08 Flow 0.03/0.04 l/min, Vault press 2.240 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.040L(0.480 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 19.920L (0.415L/30 min), TCH1 = 5.220L & Conductivity data logger cables = 0.595L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.007L, #14 =0.017L, #15 =0.645L, #17 =0.002L. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. No pressure increase today. Vault pressure went up unusually high yesterday.

2001 May 09 Flow 0.04 l/min, Vault press 2.250 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.040L(0.480 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 19.200L (0.400L/30 min), TCH1 = 4.540L, Conductivity data logger cables = 0.480L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.220L, #14 =0.007L, #15 =0.590L, #17 =tr. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **08:59** Pressure Step #105 - 31kPa, - 2.244 to 2.275 MPa.

2001 May 10 Flow 0.04 l/min, Vault press 2.280 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =26.880L(0.560 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 21.600L (0.450L/30 min), TCH1 = 5.380L, Conductivity data logger cables = 0.430L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.0080L, #14 =0.002L, #15 =0.570L, #17 =tr. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:11** Pressure Step #106 - 24kPa, - 2.276 to 2.300 MPa.

2001 May 11 Flow 0.04 l/min, Vault press 2.290 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =22.994L(0.495 L/31 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 23.040L (0.480L/30 min), TCH1 = 5.800L, Conductivity data logger cables = 1.400L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.027L, #14 =0.003L, #15 =0.540L, #17 =tr. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 May 14 Flow 0.04 l/min, Vault press 2.290 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.040L(0.480 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 23.040L

(0.480L/30 min), TCH1 = 16.580L, Conductivity data logger cables = 3.030L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.270L, #14 =0.022L, #15 =1.620L, #17 =0.002. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. . **09:37** Pressure Step #107 - 33kPa, - 2.292 to 2.325 MPa. Drew a water sample from Clay key collection zone #10 (contained hydraulic fluid??).

2001 May 15 Flow 0.04 l/min, Vault press 2.320 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.040L(0.480 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 25.200L (0.525L/30 min,), TCH1 = 5.910L, Conductivity data logger cables = 1.190L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.016L, #14 =0.018L, #15 =0.560L, #17 =tr. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. . **09:04** Pressure Step #108 - 28kPa, - 2.322 to 2.350 MPa

2001 May 16 Flow 0.04 l/min, Vault press 2.360 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.760L(0.495 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 27.600L (0.575L/30 min,), TCH1 = 6.890L, Conductivity data logger cables = 2.920L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.530L, #14 =0.040L, #15 =0.490L, #17 =tr. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. . No pressure increase today – Data loggers are down.

2001 May 17 Flow 0.05 l/min, Vault press 2.36 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =23.040L(0.480 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 27.840L (0.585L/30 min,), TCH1 = 6.830L, Conductivity data logger cables = 2.620L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.009L, #14 =0.004L, #15 =0.525L, #17 =0.001. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:13** Pressure Step #109 - 46kPa, - 2.354 MPa to 2.400 Mpa.

2001 May 18 Flow 0.05 l/min, Vault press 2.39 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =24.000L(0.500 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 30.240L (0.630L/30 min,), TCH1 = 7.800L, Conductivity data logger cables = 3.250L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =tr, #14 =tr, #15 =0.550L, #17 =0.000. Sonic Probe & flow measurements, general inspection.

2001 May 22 Flow 0.05 l/min, Vault press 2.40 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =24.960L(0.520 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 30.720L (0.640L/30 min,), TCH1 = 6.000L(0.125 L/30 min), Conductivity data logger cables = 11.410L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.450L, #6 =0.200L, #14 =0.035L, #15 =2.410L, #17 =0.063. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:12** Pressure Step #110 - 40kPa, - 2.396 MPa to 2.436 Mpa.

2001 May 23 Flow 0.05 l/min, Vault press 2.43 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =24.000L(0.500 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 33.600L (0.700L/30 min,), TCH1 = 8.330L, Conductivity data logger cables = 2.750L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.250L, #6 =0.002L, #14 =0.003L, #15 =0.710L, #17 =0.260. Sonic Probe & flow measurements, general inspection. **09:12 -** Pressure Step #111 - 40kPa, - 2.425 MPa to 2.466 Mpa.

2001 May 24 Flow 0.06 l/min, Vault press 2.47 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =28.360L(0.640 L/32.5 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 37.440L (0.780L/30 min,), TCH1 = 9.900L, Conductivity data logger cables = 3.100L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.160L, #6 =0.000L, #14 =tr, #15 =0.480L, #17 =0.005, The sonic probe started leaking again but not enough to start the flow down the tubing to the outside collection pail. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:21 -** Pressure Step #112 - 35kPa, - 2.465 MPa to 2.500 Mpa.

2001 May 25 Flow 0.06 l/min, Vault press 2.50 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =27.264L(0.568 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 40.320L (0.840L/30 min,), TCH1 = 10.800L, Conductivity data logger cables = 3.600L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.310L, #6 =0.000L, #14 =0.002, #15 =0.530L, #17 =0.000. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection

2001 May 28 Flow 0.06 l/min, Vault press 2.50 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =28.320L(0.590 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 40.320L (0.840L/30 min,), TCH1 = (not Taken), Conductivity data logger cables = 11.110L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.005L, #6 =0.000L, #14 =0.003, #15 =1.540L, #17 =0.001. A small puddle (25ml) is starting to collect behind the clay key, concrete

retaining ring. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:26 -** Pressure Step #113 - 30kPa, - 2.494 MPa to 2.525 Mpa.

2001 May 29 Flow 0.07 l/min, Vault press 2.53 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =29.280L(0.610 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 43.680L (0.910L/30 min,), TCH1 = 12.570 L, Conductivity data logger cables = 4.9700L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #14 =0.002, #15 =0.480L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:44 -** Pressure Step #114 - 24kPa, - 2.526 MPa to 2.550 Mpa.

2001 May 30 Flow 0.07 l/min, Vault press 2.55 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =29.040L(0.605 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 47.040L (0.980L/30 min,), TCH1 = 15.620 L, Conductivity data logger cables = 6.000L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.065L, #14 =0.003, #15 =0.380L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:23 -** Pressure Step #115 - 23kPa, - 2.552 MPa to 2.575 Mpa.

2001 May 31 Flow 0.07/0.08 l/min, Vault press 2.58 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =34.080L(0.710 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 49.440L (1.030L/30 min), TCH1 = 15.140 L, Conductivity data logger cables = 6.210L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.020L, #13 tr, #14 =0.003, #15 =0.430L, #17 = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:32 -** Pressure Step #116 - 23kPa, - 2.577 MPa to 2.600 Mpa.

2001 June 01 Flow 0.08 l/min, Vault press 2.60 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =29.760L(0.620 L/30 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 53.320L (1.090L/30 min), TCH1 = 19.250 L, Conductivity data logger cables = 8.110L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.720L, #13 0.000, #14 =0.017, #15 =0.52L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection

2001 June 04 Flow 0.08 l/min, Vault press 2.60 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =28.350L(0.630 L/32 min), cable ports from sand buffer TCH2 = 51.840L (1.080L/30 min), TCH1 = not taken , Conductivity data logger cables = 6.240L(0.130L/30 min)(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.690L, #13 t0.000, #14 =0.006, #15 =1.180L, #17 = 0.000L Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection

09:45 - Pressure Step #117 - 30kPa, - 2.595 MPa to 2.625 Mpa.

2001 June 05 Flow 0.08 l/min, Vault press 2.63 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =31.680L(0.660 L/30 min), Conductivity data logger cables = 0.310 L(rm. 425), cable ports from sand buffer TCH2 = 57.600L (1.200L/30 min), TCH1 = 16.250 L , Conductivity data logger cables = 5.150L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.150L, #13 0.000, #14 = tr, #15 =1.180L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:30 -** Pressure Step #118 - 22kPa, - 2.628 MPa to 2.650 Mpa.

2001 June 06 Flow 0.08/0.09l/min, Vault press 2.65 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =29.760L(0.620 L/30 min), Conductivity data logger cables = 0.000 L(rm. 425), cable ports from sand buffer TCH2 = 61.400L (1.280L/30 min), TCH1 = 16.960 L , Conductivity data logger cables = 5.150L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.210L, #13 0.000, #14 = tr, #15 =0.380L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:29 -** Pressure Step #119 - 28kPa, - 2.657 MPa to 2.675 Mpa.

2001 June 07 Flow 0.09/min, Vault press 2.67 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =30.480L(0.635 L/30 min), Conductivity data logger cables = 0.000 L(rm. 425), cable ports from sand buffer TCH2 = 63.360L (1.320L/30 min), TCH1 = 18.470 L , Conductivity data logger cables = 9.160L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.055L, #13 0.000, #14 = tr, #15 =0.370L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:48 -** Pressure Step #120 - 28kPa, - 2.672 MPa to 2.700 Mpa.

2001 June 08 Flow 0.09/0.10/min, Vault press 2.71 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =32.160L(0.670 L/30 min), Conductivity data logger cables = 0.390 L(rm. 425), cable ports from sand buffer TCH2 = 68.16L (1.420L/30 min), TCH1 = 19.360 L , Conductivity data logger cables = 8.420L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L,

#6 =0.000L, #9 =0.090L, #13 0.000, #14 = 0.024, #15 =0.430L, #17 = 0.310. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 June 11 Flow 0.09/min, Vault press 2.71 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =33.600L(0.700 L/30 min), Conductivity data logger cables = 0.410(rm. 425), cable ports from sand buffer TCH2 = 68.640L (1.430L/30 min), TCH1 = 18.720L(0.390L/30min), Conductivity data logger cables = 8.640L(0.180L/30min)(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.000L, #9 =0.250L, #13 0.000, #14 = 0.020, #15 =1.030L, #17 = 0.005 Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:37 -** Pressure Step #121 - 21kPa, - 2.704 MPa to 2.725 Mpa.

2001 June 12 Flow 0.09/0.10L/min, Vault press 2.73 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =33.360L(0.695 L/30 min), Conductivity data logger cables , cable ports from sand buffer TCH2 = 72.480L (1.510L/30 min), TCH1 = 32.160L(0.670L/30min), Conductivity data logger cables = 3.120L(0.065L/30min)(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.002L, #9 =0.140L, #13 0.000, #14 = 0.004, #15 =0.570L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:27 -** Pressure Step #122 - 25kPa, - 2.725 MPa to 2.750 Mpa.

2001 June 13 Flow 0.09/0.10L/min, Vault press 2.75 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =34.320L(0.715 L/30 min), Conductivity data logger cables , cable ports from sand buffer TCH2 = 76.800L (1.60L/30 min), TCH1 = 20.800L(0.435L/30min), Conductivity data logger cables = 2.600(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.018L, #9 =0.160L, #13 0.000, #14 = 0.002, #15 =0.650L, #17 = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:31 -** Pressure Step #123 - 28kPa, - 2.747 MPa to 2.775 Mpa.

2001 June 14 Flow 0.10L/min, Vault press 2.77 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =35.040L(0.695 L/30 min), Conductivity data logger cables =0.400L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 79.680L (1.660L/30 min), TCH1 = 20.640L(0.430L/30min), Conductivity data logger cables = 2.600L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.024L, #9 =0.090L, #13 0.000, #14 = 0.004, #15 =0.640L, #17 = 0.00L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:34 -** Pressure Step #124 - 29kPa, - 2.771 MPa to 2.800 Mpa.

2001 June 15 Flow 0.11L/min, Vault press 2.80 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.480L(0.760 L/30 min), Conductivity data logger cables =0.400L (Rm. 425), cable ports from sand buffer TCH2 = 83.520L (1.740L/30 min), TCH1 = 24.480L(0.510L/30min), Conductivity data logger cables = 2.280L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.032L, #9 =0.110L, #10=tr, #14 = 0.023, #15 =0.760L, #17 = 0.00L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection

2001 June 18 Flow 0.11L/min, Vault press 2.80 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =35.040L(0.730L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 84.480L (1.730L/30 min), TCH1 = 24.480L(0.510L/30min), Conductivity data logger cables = 10.750L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.210L, #9 =0.300L, #10=tr, #14 = 0.007, #15 =2.330L, #17 = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:36 –** Pressure Step #125 - 28kPa, - 2.997 MPa to 2.825 Mpa.

2001 June 19 Flow 0.11L/min, Vault press 2.83 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =35.320L(0.740L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 88.320L (1.840L/30 min), TCH1 = 24.960L(0.520L/30min), Conductivity data logger cables = 3.80L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.080L, #9 =0.330L, #10=0.000L #14 = 0.005, #15 =0.800L, #17 = 0.010L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:46 –** Pressure Step #126 - 25kPa, - 2.825 MPa to 2.850 Mpa.

2001 June 20 Flow 0.13L/min, Vault press 2.83 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.480L(0.760L/30 min), Conductivity data logger cables =0.770L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 89.550L (1.990L/32 min), TCH1 = 26.400L(0.550L/30min), Conductivity data logger cables = 18.500L(rm. 417). Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.008L, #9 =0.1800L, #10=0.000L #14 = tr, #15 =0.660L, #17 = 0.004L. Sonic Probe readings & flow measurements - general

inspection. **09:24 –** Pressure Step #127 - 34kPa, - 2.836 MPa to 2.870 Mpa.

2001 June 21 Flow 0.13/0.14L/min, Vault press 2.88 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =37.920L(0.790L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 96.960L (2.020L/30 min), TCH1 = 27.8400L(0.580L/30min), Conductivity data logger cables = 23.040L(.520L/32.5min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.009L, #9 =0.095L, #10=0.000L #14 = 0.004, #15 =0.680L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:36 –** Pressure Step #128 - 20kPa, - 2.880 MPa to 2.900 Mpa.

2001 June 22 Flow 0.14L/min, Vault press 2.90 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =37.440L(0.780L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 100.800L (2.10L/30 min), TCH1 = 31.200L(0.650L/30min), Conductivity data logger cables = 24.960L(.520L/32.5min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.014L, #9 =0.090L, #10=0.000L #14 = 0.015, #15 =0.730L, #17 = tr. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 June 25 Flow 0.14L/min, Vault press 2.90 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.960L(0.770L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 101.0360L (2.140L/30.5 min), TCH1 = 31.200L (0.650L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 20.640L(.430L/32.5min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.036L, #9 =0.320L, #10=0.000L #14 = 0.027, #15 =2.220L, #17 = tr, sump overflow = 0.315. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:53 –** Pressure Step #129 - 30kPa, - 2.895 MPa to 2.925 Mpa.

2001 June 26 Flow 0.14L/min, Vault press 2.93 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =32.981L(0.710L/31 min), Data logger cables =0.610L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 107.3030L (2.310L/31 min), TCH1 = 32.980L (0.71L/31min), 417- Conductivity data logger cables = 23.226L(.500L/31min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.038L, #9 =0.210L, #10=0.000L #14 = tr, #15 =0.890L, #17 = tr, sump overflow = 0.315. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:15 –** Pressure Step #130 - 25kPa, - 2.925 MPa to 2.950 Mpa.

2001 June 27 Flow 0.15L/min, Vault press 2.96 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =37.920L(0.790L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 112.0360L (2.340L/30 min), TCH1 = 35.520L (0.740L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 25.440L(.530L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.007L, #9 =0.160L, #10=0.000L #14 = 0.004, #15 =0.900L, #17 = 0.001, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **10:04 –** Pressure Step #131 - 22kPa, - 2.953 MPa to 2.975 Mpa.

2001 June 28 Flow 0.16L/min, Vault press 2.98 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =38.230L(0.770L/29 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 117.960L (2.620L/32 min), TCH1 = 37.626L (0.810L/31min), 417- Conductivity data logger cables = 25.440L(.540L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.002L, #9 =0.075L, #10=0.000L #14 = 0.003, #15 =0.890L, #17 = 0.002, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **10:15 –** Pressure Step #132 - 19kPa, - 2.981 MPa to 3.000 Mpa. PRV was unstable when trying to adjust pressure. Adjustment may below this mornings readout 2,981kPa.

2001 June 29 Flow 0.16L/min, Vault press 2.99 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.654L(0.840L/33 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 112.320L (2.340L/30 min), TCH1 = 38.640L (0.805L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 25.440L(.530L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =tr, #9 =0.125L, #10=0.000L #14 = tr, #15 =0.750L, #17 = tr, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 July 03 Flow 0.15L/min, Vault press 2.96 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =32.052L(0.690L/31 min), Conductivity data logger cables =0.529L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 112.560L (2.345L/30 min), TCH1 = 35.040L

(0.730L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 23.520L(.490L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.020L, #9 =0.390L, #10=trL #14 = 0.032, #15 =3.530L, #17 = 0.330, sump overflow = 0.638L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **10:28 –** Pressure Step #133 - 33kPa, - 2.953 MPa to 2.986 Mpa.

2001 July 04 Flow 0.15/0.16L/min, Vault press 2.99 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =33.120L(0.690L/30 min), Conductivity data logger cables =0.529L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 119.520L (2.490L/30 min), TCH1 = 38.880L (0.810L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 26.160L(.545L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.019L, #9 =0.100L, #10=tr, #14 = 0.011, #15 =0.950L, #17 = 0.100, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **08:59 –** Pressure Step #134 - 40kPa, - 2.985 MPa to 3.018 Mpa.

2001 July 05 Flow 0.16/0.16L/min, Vault press 3.03 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.480L(0.760L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 126.240L (2.630L/30 min), TCH1 = 39.840L (0.830L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 23.040L(0.480L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.005L, #9 =0.100L, #10=0.000L, #14 = 0.01L, #15 =0.900L, #16 = damp, #17 = 0.005L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:59 –** Pressure Step #135 - 35kPa, - 3.024 MPa to 3.059 MPa.

2001 July 06 Flow 0.170L/min, Vault press 3.05 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.480L(0.760L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 132.480L (2.760L/30 min), TCH1 = 41.280L (0.860L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 24.480L(0.510L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.007L, #9 =0.100L, #10=0.000L, #14 = 0.005L, #15 =0.910L, #16 = damp, #17 = 0.040L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. Cleaned drainage lines.

2001 July 09 Flow 0.160 - 0.170L/min, Vault press 3.08 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =35.520L(0.740L/30 min), Conductivity data logger cables =0.310L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 140.160L (2.920L/30 min), TCH1 = 42.240L (0.880L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 14.480L(0.310L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.029L, #9 =0.250L, #10=0.000L, #14 = 0.012L, #15 =2.880L, #16 = 0.000L, #17 = 0.003L, sump overflow = 0.520L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:27 –** Pressure Step #136 - 30kPa, - 3.079 MPa to 3.109 MPa.

2001 July 10 Flow 0.170 - 0.180L/min, Vault press 3.11 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.000L(0.750L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 148.800L (3.100L/30 min), TCH1 = 45.600L (0.950L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 14.400L(0.300L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.010L, #9 =0.083L, #10=0.000L, #14 = 0.016L, #15 =0.950L, #16 = 0.000L, #17 = 0.00L, sump overflow = 0.00L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:46 –** Pressure Step #137 - 30kPa, - 3.110 MPa to 3.140 MPa.

2001 July 11 Flow 0.180L/min, Vault press 3.14 MPa, water supply = 0, Concrete weir Flow measurement =36.480L(0.760L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 155.520L (3.240L/30 min), TCH1 = 47.040L (0.980L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 14.400L(0.300L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.062L, #9 =0.085L, #10=0.000L, #14 = 0.010L, #15 =0.950L, #16 = 0.000L, #17 = 0.003L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:59 –** Pressure Step #138 - 30kPa, - 3.137 MPa to 3.167 MPa.

2001 July 12 Flow 0.190L/min, Vault press 3.15 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 0.100L, Concrete weir Flow measurement =35.520L(0.740L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 160.320L (3.240L/30 min), TCH1 = 47.520L (0.990L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 27.840L(0.580L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.017L, #9

=0.100L, #10=0.000L, #14 = 0.003L, #15 =0.900L, #16 = 0.000L, #17 = 0.00L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:45 –** Pressure Step #139 - 33kPa, - 3.156 MPa to 3.189 MPa.

2001 July 13 Flow 0.200L/min, Vault press 3.18 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 0.400L, Concrete weir Flow measurement =49.920L(1.040L/31 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 162.581L (3.500L/31 min), TCH1 = 49.703L (1.070L/31min), 417- Conductivity data logger cables = 23.2260L(0.500L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.130L, #9 =0.038L, #10=0.000L, #14 = 0.007L, #15 =0.900L, #16 = 0.000L, #17 = 0.00L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 July 16 Flow 0.200L/min, Vault press 3.17 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 5.000L, Concrete weir flow measurement =32.640L(0.680L/30 min), Conductivity data logger cables =2.500L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 171.360L (3.570L/30 min), TCH1 = 47.040L (0.980L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 32.640L(0.680L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.090L, #9 =0.300L, #10=0.000L, #14 = 0.039L, #15 =2.580L, #16 = 0.000L, #17 = 0.038L, sump overflow = 0.640L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:38 –** Pressure Step #140 - 44kPa, - 3.166 MPa to 3.210 MPa.

2001 July 17 Flow 0.210-.220L/min, Vault press 3.21 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 1.720L, Concrete weir flow measurement =35.050L(0.730L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 175.680L (3.660L/30 min), TCH1 = 48.480L (1.010L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 36.000L(0.750L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.030L, #9 =0.110L, #10=0.000L, #14 = 0.003L, #15 =0.790L, #16 = 0.000L, #17 = 0.350L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:31 –** Pressure Step #141 - 33kPa, - 3.207 MPa to 3.240 MPa.

2001 July 18 Flow 0.210-.220L/min, Vault press 3.24 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.020L, Concrete weir flow measurement =35.050L(0.730L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 186.720L (3.890L/30 min), TCH1 = 49.920L (1.040L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 37.485L(0.765L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.025L, #9 =0.110L, #10=0.000L, #14 = 0.003L, #15 =0.870L, #16 = 0.000L, #17 = 0.006L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:41 –** Pressure Step #142 - 30kPa, - 3.239 MPa to 3.269 MPa.

2001 July 19 Flow 0.24L/min, Vault press 3.28 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.200L, Concrete weir flow measurement =35.520L(0.740L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 198.240L (4.130L/30 min), TCH1 = 54.240L (1.130L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 37.440L(0.780L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.025L, #9 =0.130L, #10=0.000L, #14 = 0.012L, #15 =0.880L, #16 = 0.000L, #17 = 0.002L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **10:02 –** Pressure Step #143 - 22kPa, - 3.278 MPa to 3.300 MPa.

2001 July 20 Flow 0.24L/min, Vault press 3.28 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.160L, Concrete weir flow measurement =32.160L(0.670L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 201.120L (4.190L/30 min), TCH1 = 52.800L (1.100L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 35.050L(0.730L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.023L, #9 =0.170L, #10=0.000L, #13 = tr, #14 = 0.003L, #15 =0.860L, #16 = 0.000L, #17 = =tr, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. Yesterday's pressure increment was unsuccessful.

2001 July 23 Flow 0.24L/min, Vault press 3.28 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 5.700L, Concrete weir flow measurement =29.520L(0.615L/30 min), Conductivity data logger cables =0.100L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 200.160L (4.170L/30 min), TCH1 = 48.000L (1.000L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 34.080L(0.710L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.070L, #9 =0.280L, #10=0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.000L, #15 2.550L, #16 = 0.000L, #17 = =0.000L, sump overflow = 0.750L. Sonic Probe readings & flow measurements -

general inspection. **09:50 –** Pressure Step #144 - 38kPa, - 3.262 MPa to 3.300 MPa.

2001 July 24 Flow 0.24L/min, Vault press 3.26 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 1.600L, Concrete weir flow measurement =27.360L(0.570L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 201.600L (4.200L/30 min), TCH1 = 47.040L (0.98L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 36.000L(0.750L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.015L, #9 =0.090L, #10=0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.037L, #15 0.890L, #16 = 0.000L, #17 = =0.000L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **10:25 –** Pressure Step #145 - 40kPa, - 3.259 MPa to 3.300 MPa.

2001 July 25 Flow 0.24L/min, Vault press 3.31 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 1.750L, Concrete weir flow measurement =24.960L(0.520L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 214.560L (4.470L/30 min), TCH1 = 48.960L (1.02L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 36.960L(0.770L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.009L, #9 =0.011L, #10=0.000L, #13 = 0.000L, #14 = 0.037L, #15 0.890L, #16 = 0.000L, #17 = =0.29L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:20 –** Pressure Step #146 - 40kPa, - 3.308 MPa to 3.350 MPa.

2001 July 26 Flow 0.25L/min - 0.26L/min, Vault press 3.38 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 1.775L, Concrete weir flow measurement =21.600L(0.450L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 237.840L (4.955L/30 min), TCH1 = 58.080L (1.210L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 41.280L(0.860L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #5 =0.000L, #6 =0.025L, #9 =0.135L, #10=0.014L, #13 = 0.000L, #14 = 0.004L, #15 0.840L, #16 = 0.000L, #17 = =0.007L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:25 –** Pressure Step #147 - 20kPa, - 3.380 MPa to 3.400 MPa.

2001 July 27 Flow 0.29L/min - 0.30L/min, Vault press 3.460 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 1.410L, Concrete weir flow measurement =40.800L(0.850L/30 min), Conductivity data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 277.440L (5.780L/30 min), TCH1 = 64.800L (1.350L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 53.760L(1.120L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.020L, #6 =0.018L, #9 =0.180L, #10=0.060L, #13 = 0.000L, #14 = 0.007L, #15 0.840L, #16 = 0.000L, #17 = =0.002L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 July 30 Flow 0.30L/min , Vault press 3.45 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 4.940L, Concrete weir flow measurement =32.160L(0.670L/30 min), Conductivity data logger cables =0.095L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 293.280L (6.110L/30 min), TCH1 = 62.160L (1.295L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 52.560L(1.095L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.012L, #6 =0.090L, #9=0.495L, #10=0.130L, #13 = 0.000L, #14 = 0.027L, #15= 2.520L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.850L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:41 –** Pressure Step #148 - 60kPa, - 3.477 MPa to 3.537 MPa.

2001 July 31 Flow 0.33L/min , Vault press 3.51 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.030L, Concrete weir flow measurement =28.560L(0.595L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 312.960L (6.520L/30 min), TCH1 = 67.68L (1.410L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 57.120L(1.190L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.003L, #6 =0.020L, #9=0.120L, #10=0.050L, #13 = 0.000L, #14 = 0.017L, #15= 0.890L, #16 = 0.000L, #17 = 0.270L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:15 –NO** Pressure Step - 0 kPa, - 0 MPa to 0 MPa.

2001 Aug 1 Flow 0.33L/min , Vault press 3.51 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.140L, Concrete weir flow measurement =24.0L(0.500L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 312.480L (6.510L/30 min), TCH1 = 66.48L (1.385L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 50.40L(1.050L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =tr L, #6 =0.005L, #9=0.195L, #10=0.034L, #13 = 0.000L, #14 = 0.015L, #15= 0.800L, #16 = 0.000L, #17 = 0.006L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:27 –** Pressure Step # - 149 = 15 kPa, - 3.539 MPa to 3.554

MPa.

2001 Aug 2 Flow 0.33L/min , Vault press 3.52 -3.53 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.030L, Concrete weir flow measurement =18.72L(0.390L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 325.44L (6.780L/30 min), TCH1 = 68.64L (1.430L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 48.0L(1.00L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =tr L, #6 =0.003L, #9=0.185L, #10=0.070L, #13 = 0.000L, #14 = 0.003L, #15= 0.795L, #16 = 0.000L, #17 = 0.003L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:25 – NO** Pressure Step = 0 kPa, - 0 MPa to 0 MPa.

2001 Aug 3 Flow 0.33-0.34L/min , Vault press 3.52 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.080L, Concrete weir flow measurement =15.36L(0.320L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 325.92L (6.790L/30 min), TCH1 = 67.20L (1.40L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 52.80L(1.10L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0 L, #6 =0.013L, #9=0.170L, #10=0.012L, #13 = 0.000L, #14 = trL, #15= 0.780L, #16 = 0.000L, #17 = 0.003L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:27 – NO** Pressure Step = 0 kPa, - 0 MPa to 0 MPa.

2001 Aug 7 Flow 0.33L/min , Vault press 3.51 MPa, water supply = 0 RM. 415= Pressure return line #2 = 8.320L Pressure Supply Line= 0.070 from (July 31/01 to Aug.7/01) Line 1= 0.070 from (Aug.2 /01 to Aug.7/01) Concrete weir flow measurement =22.32L(0.465L/30 min), Conductivity data logger cables =0.055L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 339.84L (7.080L/30 min), TCH1 = 62.40L (1.30L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 45.60L(0.950L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0 L, #6 =0.080L, #9=0.457L, #10=0.120L, #13 = 0.000L, #14 = 0.020L, #15= 3.840L, #16 = 0.000L, #17 = 0.002L, sump overflow =1.080L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:38 – NO** Pressure Step = 0 kPa, - 0 MPa to 0 MPa.

2001 Aug 8 Flow 0.33L/min , Vault press 3.51 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.050L, Concrete weir flow measurement =17.04L(0.355L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 339.36L (7.070L/30 min), TCH1 = 60.48L (1.260L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 47.04L(0.980L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00 L, #6 =0.003L, #9=0.125L, #10=0.027L, #13 = 0.000L, #14 =tr , #15= 1.085L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:13 –** Pressure Step # - 150 = 40 kPa, - 3.544 MPa to 3.578 MPa.

2001 Aug 9 Flow 0.35L/min , Vault press 3.54 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.100L, Concrete weir flow measurement =14.88L(0.310L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 355.68L (7.410L/30 min), TCH1 = 62.88L (1.310L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 49.44L(1.030L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00 L, #6 =0.006L, #9=0.110L, #10=0.028L, #13 = 0.000L, #14 =0.00L , #15= 1.060L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:20 –** Pressure Step # - 151 = 60 kPa, - 3.578 MPa to 3.638 MPa.

2001 Aug 10 Flow 0.36L/min , Vault press 3.58 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 2.050L, Concrete weir flow measurement =14.16L(0.295L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 373.92L (7.790L/30 min), TCH1 = 66.96L (1.395L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 52.08L(1.085L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00 L, #6 =0.004L, #9=0.100L, #10=0.010L, #13 = 0.000L, #14 =0.00L , #15= 1.085L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:05 — NO** Pressure Step = 0 kPa, - 0 MPa to 0 MPa.

2001 Aug 13 Flow 0.36L/min , Vault press 3.57 MPa, water supply = 0, Pressure return line #2 = 6.190L, Concrete weir flow measurement =17.28L(0.360L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 385.477L (8.70L/32.5 min), TCH1 = 62.245L (1.340L/31min), 417- Conductivity data logger cables = 44.64L(0.930L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00 L, #6 =0.000L,

#9=0.410L, #10=0.070L, #13 = 0.000L, #14 =0.020L, #15= 3.420L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.890L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:51 –** Pressure Step # - 152 = 35 kPa, - 3.563 MPa to 3.598 MPa.

2001 Aug 14 Flow 0.37L/min , Vault press 3.59 MPa, water supply = .002L, Pressure return line #2 = 1.100L, Concrete weir flow measurement =14.40L(0.300L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 396.000L (8.25L/32.5 min), TCH1 = 63.360L (1.320L/31min), 417- Conductivity data logger cables = 44.16L(0.920L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00 L, #6 =0.000L, #9=0.065L, #10=0.050L, #13 = 0.000L, #14 =0.012L, #15= 1.800L, #16 = 0.000L, #17 = 0.460L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:38 –** Pressure Step # - 153 = 45 kPa, - 3.588 MPa to 3.633 MPa.

2001 Aug 15 Flow 0.39L/min , Vault press 3.63/3.64 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.140L, Concrete weir flow measurement =11.040L(0.230L/30 min), Conductivity data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 420.960L (8.77L/30 min), TCH1 = 64.800L (1.350L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 49.920L(1.040L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.015L, #9=0.120L, #10=0.044L, #13 = 0.000L, #14 =0.002L, #15= 1.250L, #16 = 0.000L, #17 = 0.005L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:45 –** Pressure Step # - 154 = 33 kPa, - 3.633 MPa to 3.666 MPa.

2001 Aug 16 Flow 0.43L/min , Vault press 3.67 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.150L, Concrete weir flow measurement =12.000L(0.250L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 445.937L (9.60L/31 min), TCH1 = 68.6400L (1.050L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 50.400L(1.050L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.032L, #9=0.120L, #10=0.028L, #13 = 0.000L, #14 =0.002L, #15= 1.130L, #16 = 0.000L, #17 = 0.005L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **10:05–** Pressure Step # - 155 = 24 kPa, - 3.676 MPa to 3.700 MPa.

2001 Aug 17 Flow 0.43L/min , Vault press 3.69 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.150L, Concrete weir flow measurement =38.880L(0.810L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 464.160L (9.67L/30 min), TCH1 = 70.560L (1.470L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 54.240L(1.130L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.006L, #9=0.130L, #10=0.028L, #13 = 0.000L, #14 =0.000L, #15= 1.230L, #16 = 0.000L, #17 = tr, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today

2001 Aug 20 Flow 0.46L/min , Vault press 3.73 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 6.250L, Concrete weir flow measurement =29.760L(0.620L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 497.961L (1.072L/31 min), TCH1 = 72.480L (1.510L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 56.160L(1.170L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.030L, #9=0.380L, #10=0.110L, #13 = 0.000L, #14 =0.033L, #15= 3.450L, #16 = 0.000L, #17 = 0.260L, sump overflow = 0.960L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:45 –** Pressure Step # - 156 = 50 kPa, - 3.725 MPa to 3.775 MPa.

2001 Aug 21 Flow 0.48L/min , Vault press 3.77 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 1.970L, Concrete weir flow measurement =29.760L(0.620L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 528.000L (11.00L/30 min), TCH1 = 75.716L (1.630L/31min), 417- Conductivity data logger cables = 57.600L(1.200L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.019L, #9=0.110L, #10=0.052L, #13 = 0.000L, #14 =0.004L, #15= 1.060L, #16 = 0.000L, #17 = 0.009L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today

2001 Aug 22 Flow 0.50L/min , Vault press 3.79 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 1.970L, Concrete weir flow measurement 44.640L(0.930L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 540.960L (11.27L/30 min), TCH1 = 76.080L (1.5850L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 60.000L(1.250L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.012L, #9=0.110L, #10=0.023L, #13 = 0.000L, #14 =0.002L, #15= 1.070L, #16 = 0.000L,

#17 = 0.004L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. . **09:45 –** Pressure Step # - 157 = 25 kPa, - 3.785 MPa to 3.810 MPa.

2001 Aug 23 Flow 0.52L/min , Vault press 3.82 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 1.760L, Concrete weir flow measurement =33.600L(0.700L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 566.400L (11.80L/30 min), TCH1 = 79.680L (1.660L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 62.400L(1.300L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.025L, #9=0.120L, #10=0.027L, #13 = 0.000L, #14 =0.000L, #15= 1.030L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today

2001 Aug 24 Flow 0.52/0.53L/min , Vault press 3.82 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 1.960L, Concrete weir flow measurement =32.156L(0.700L/31 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 574.560L (11.97L/30 min), TCH1 = 77.760L (1.620L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 61.440L(1.280L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.024L, #9=0.120L, #10=0.039L, #13 = 0.000L, #14 =0.003L, #15= 1.030L, #16 = 0.000L, #17 = 0.000L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today

2001 Aug 27 Flow 0.53L/min , Vault press 3.82 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 6.1500L, Concrete weir flow measurement =12.000L(0.250L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 583.200L (12.150L/30 min), TCH1 = 84.000L (1.750L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 75.36L(1.570L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.00L, #6 =0.055L, #9=0.390L, #10=0.090L, #13 = 0.000L, #14 =0.025L, #15= 3.350L, #16 = 0.000L, #17 = 0.008L, sump overflow = 1.050L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:45 –** Pressure Step # - 158 = 39 kPa, - 3.811 MPa to 3.850 MPa.

2001 Aug 28 Flow 0.56L/min , Vault press 3.87 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 0.005L, Concrete weir flow measurement =24.000L(0.500L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 624.480L (13.010L/30 min), TCH1 = 77.760L (1.620L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 69.120L(1.440L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.002L, #6 =0.017L, #9=0.110L, #10=0.037L, #13 = 0.000L, #14 =0.024L, #15= 0.930L, #16 = 0.000L, #17 = 0.110L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today.

2001 Aug 29 Flow 0.56L/min , Vault press 3.86 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 1.780L, Concrete weir flow measurement =28.320L(0.590L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 629.970L (13.120L/30 min), TCH1 = 78.720L (1.640L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 68.640L(1.430L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.005L, #6 =0.008L, #9=0.140L, #10=0.046L, #13 = 0.000L, #14 =0.005L, #15= 0.960L, #16 = 0.000L, #17 = 0.110L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **09:40 –** Pressure Step # - 159 = 50 kPa, - 3.862 MPa to 3.912 MPa. Weir drainage outlet was found to be partially plugged. Last three sets of readings may be unreliable.

2001 Aug 30 Flow 0.59/.60L/min , Vault press 3.910 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.100L, Concrete weir flow measurement =45.600L(0.950L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 662.400L (13.800L/30 min), TCH1 = 81.600L (1.700L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 76.320L(1.590L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.003L, #6 =0.054L, #9=0.130L, #10=0.039L, #13 = 0.000L, #14 =0.005L, #15= 1.010L, #16 = 0.017L, #17 = 0.008L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today.

2001 Aug 31 Flow 0.60L/min , Vault press 3.910 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.200L, Concrete weir flow measurement =38.160L(0.795L/30 min), Data logger cables =0.00L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 670.080L (13.960L/30 min), TCH1 = 83.0400L (1.730L/30min), 417- Conductivity data logger cables =

81.600L(1.700L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =tr, #6 =0.009L, #9=0.120L, #10=0.013L, #13 = 0.000L, #14 =0.004L, #15= 1.040L, #16 = 0.002L, #17 = 0.004L, sump overflow = 0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today.

2001 Sept.04 Flow 0.61L/min , Vault press 3.90 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 8.210L, Concrete weir flow measurement =35.280L(0.735L/30 min), Data logger cables =0.090L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 689.760L (14.370L/30 min), TCH1 = 78.960L (1.645L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 87.840L(1.830L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.014L, #6 =0.030L, #9=0.450L, #10=0.140L, #13 = 0.000L, #14 =0.040L, #15= 4.100L, #16 = tr, #17 = 0.100L, sump overflow = 1.260L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. **No** pressure step today.

2001 Sept.05 Flow 0.62L/min , Vault press 3.90 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.1300L, Concrete weir flow measurement =34.0800L(0.710L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 688.582L (15.780L/33 min), TCH1 = 77.257L (1.690L/31.5min), 417- Conductivity data logger cables = 90.240L (1.880L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =tr, #6 =0.030L, #9=0.180L, #10=0.030L, #13 = 0.000L, #14 =0.002L, #15= 1.010L, #16 = tr, #17 = 0.029L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

09:36 – Pressure Step # - 160 = 102 kPa, - 3.898MPa to 4.000 Mpa. Removed PRV and ran a straight pipe.

2001 Sept.06 Flow 0.69L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 1.840L, Concrete weir flow measurement =38.880L(0.810L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 767.040L(14.980L/ min), TCH1 = 88.560L (1.845L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 130.920L (2.165L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.015, #6 =0.000L, #9=0.120L, #10=0.052L, #13 = 0.000L, #14 =0.000L, #15= 0.970L, #16 = tr, #17 = 0.110L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. Target pressure of 4.00Mpa has been reached. No further pressure increments are required.

2001 Sept.07 Flow 0.69L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 2.050L, Concrete weir flow measurement =37.440L(0.780L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 783.360L (16.320L/30min), TCH1 = 86.880L (1.810L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 98.400L (2.050L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.002, #6 =0.028L, #9=0.110L, #10=0.036L, #13 = 0.000L, #14 =0.005L, #15= 0.990L, #16 = 0.000L, #17 = 0.105L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 Sept.10 Flow 0.71L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .000L, Pressure return line #2 = 5.750L, Concrete weir flow measurement =35.040L(0.73L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 797.280L(16.610l/30min), TCH1 = 85.440L (1.780L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 118.840L (2.330L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.002, #6 =0.030L, #9=0.340L, #10=0.080L, #13 = 0.000L, #14 =0.035L, #15= 2.760L, #16 = 0.000L, #17 = 0.100L, sump overflow =1.080L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 Sept.11 Flow 0.72L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .013L, Pressure return line #2 = 0.950L, Concrete weir flow measurement =72.000L(1.500L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 809.280L(16.860l/30min), TCH1 = 85.920L (1.790L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 125.760L (2.620L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.002, #6 =0.011L, #9=0.110L, #10=0.025L, #13 = 0.000L, #14 =0.005L, #15= 1.010L, #16 = 0.000L, #17 = 0.013L, sump overflow

=0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 Sept.12 Flow 0.72/0.73L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .010L, Pressure return line #2 = 2.350L, Concrete weir flow measurement =32.640L(0.680L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 815.040L(16.980l/30min), TCH1 = 83.520L (1.740L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 123.840L (2.580L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.002, #6 =0.002L, #9=0.105L, #10=0.030L, #13 = 0.000L, #14 =0.006L, #15= 1.050L, #16 = 0.000L, #17 = 0.125L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 Sept.13 Flow 0.73L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .012L, Pressure return line #2 = 2.560L, Concrete weir flow measurement =31.920L(0.665L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 816.960L(17.020l/30min), TCH1 = 82.080L (1.710L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 137.760L (2.870L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.000, #6 =0.011L, #9=0.100L, #10=0.013L, #13 = 0.000L, #14 =0.002L, #15= 1.030L, #16 = 0.000L, #17 = 0.005L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection. TCH2 borehole sealing meeting and examination.

2001 Sept.14 Flow 0.74L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .005L, Pressure return line #2 = 3.600L, Concrete weir flow measurement =29.280L(0.610L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 818.880L(17.060l/30min), TCH1 = 82.560L (1.720L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 139.680L (2.910L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.000, #6 =0.036L, #9=0.100L, #10=0.025L, #13 = 0.000L, #14 =0.000L, #15= 1.080L, #16 = 0.000L, #17 = 0.002L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 Sept.17 Flow 0.74L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .012L, Pressure return line #2 = 11.250L, Concrete weir flow measurement =30.240L(0.630L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 826.050L(18.070l/31.5min), TCH1 = 79.680L (1.660L/30min), 417- Conductivity data logger cables = 133.920L (2.790L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.007, #6 =0.070L, #9=0.280L, #10=0.075L, #13 = 0.000L, #14 =0.000L, #15= 3.020L, #16 = 0.013L, #17 = 0.000L, sump overflow =1.100L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

2001 Sept.18 Flow 0.74L/min , Vault press 4.01 MPa, water supply = .012L, Pressure return line #2 = 3.570L, Concrete weir flow measurement =30.720L(0.640L/30 min), Data logger cables =0.000L Rm. 425, cable ports from sand buffer TCH2 = 834.240L(17.380L/30min), TCH1 = 82.622L (1.750L/30.5min), 417- Conductivity data logger cables = 128.640L (2.680L/30min) rm. 417. Clay collection zone - #3 =0.003, #6 =0.017L, #9=0.080L, #10=0.026L, #13 = 0.000L, #14 =0.018L, #15= 0.850L, #16 = 0.012L, #17 = 0.000L, #18 = 0.120L, sump overflow =0.000L. Sonic Probe readings & flow measurements - general inspection.

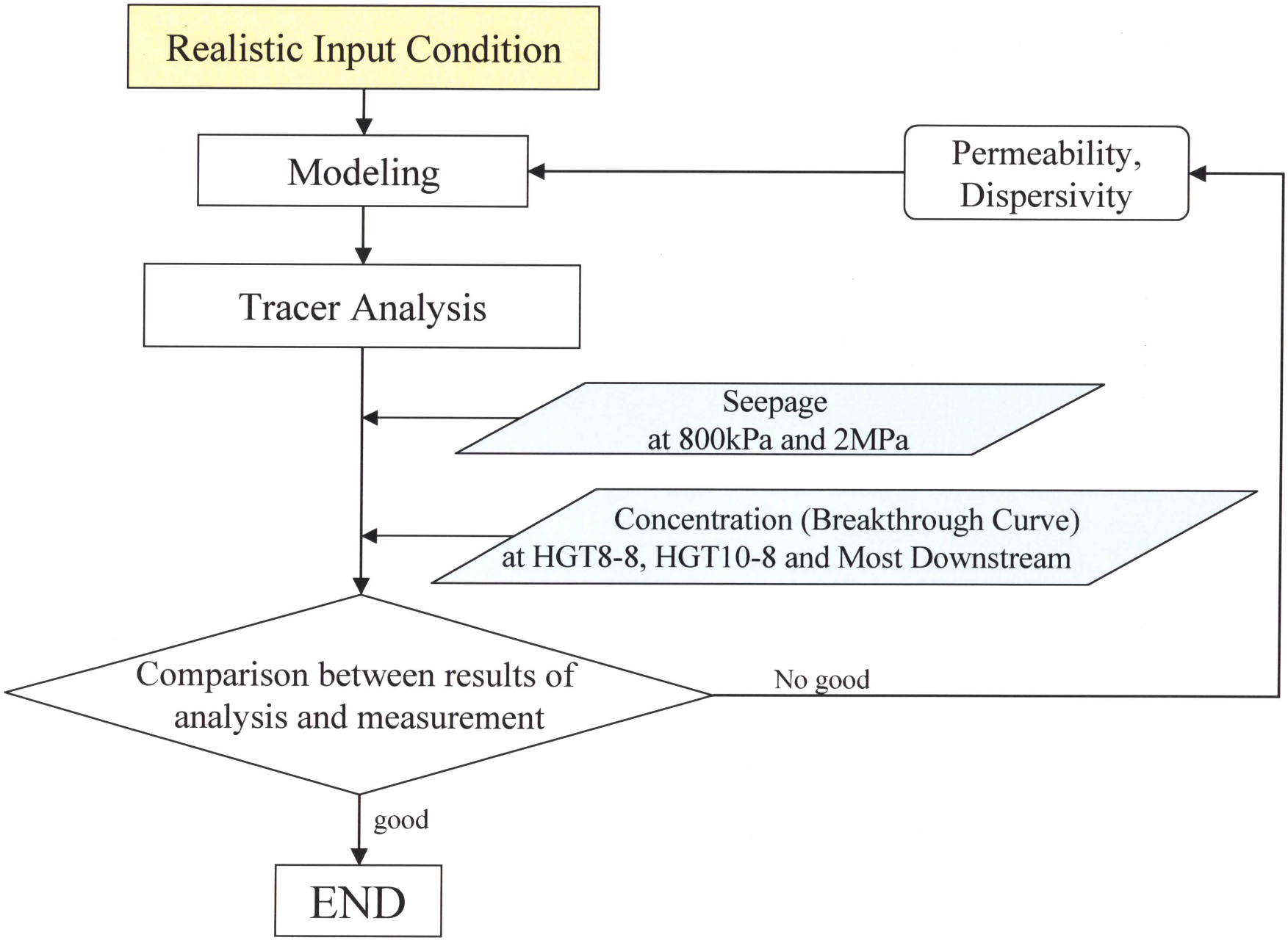
Appendix-Ⅱ

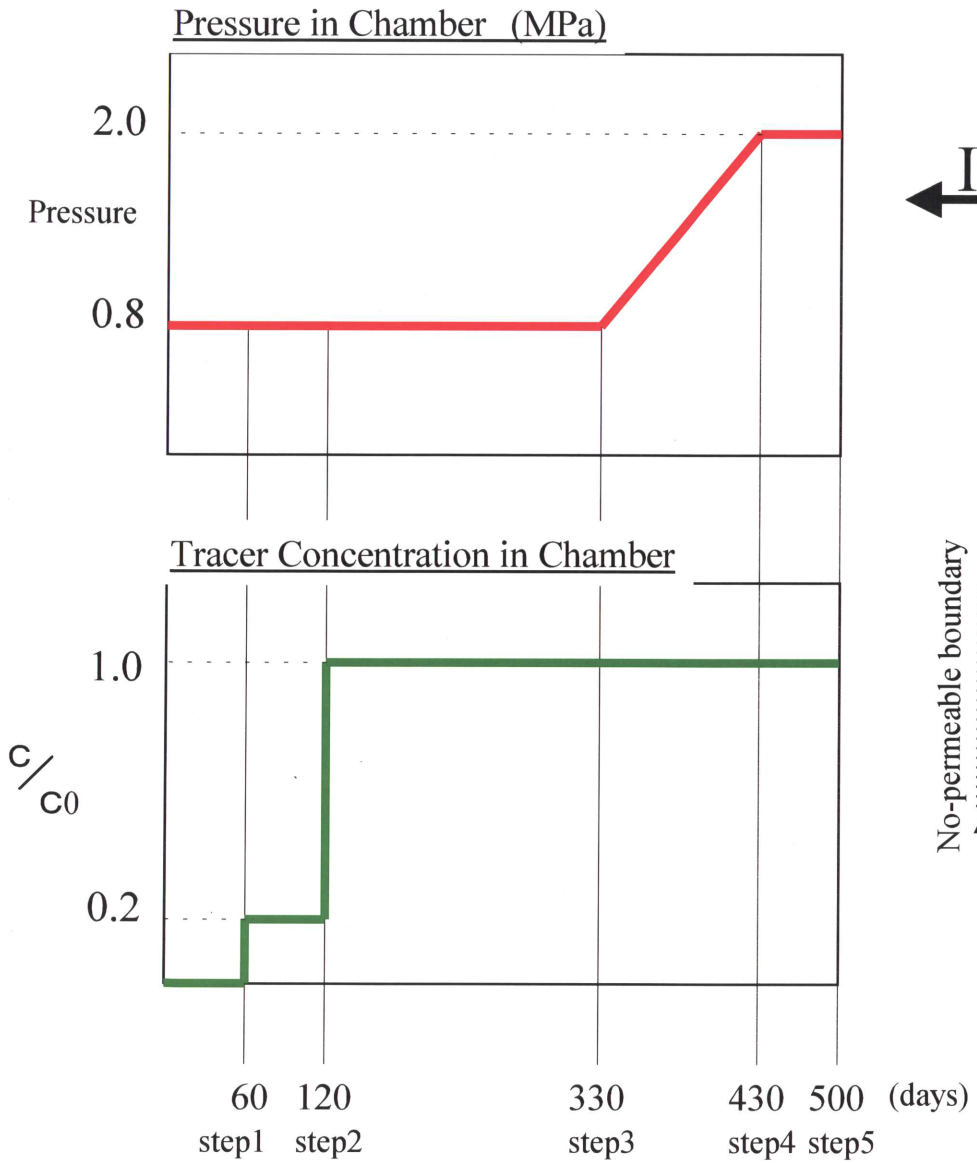
第10回トンネルシーリング試験
調整会議でのプレゼンテーション資料

Realistic Modeling of TSX Tracer Test

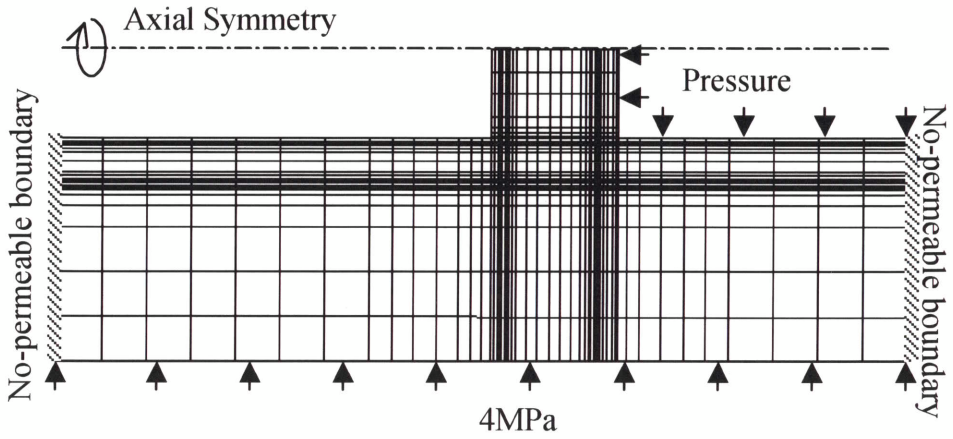
10th TSX Coordination Meeting
In Carlsbad, 2001

JNC/ Kajima


Realistic Input Condition
Modeling
Permeability,
Dispersivity
Tracer Analysis
Seepage
at 800kPa and 2MPa
Concentration (Breakthrough Curve)
at HGT8-8, HGT10-8 and Most Downstream
Comparison between results of
analysis and measurement
No good
good
END



Input Condition

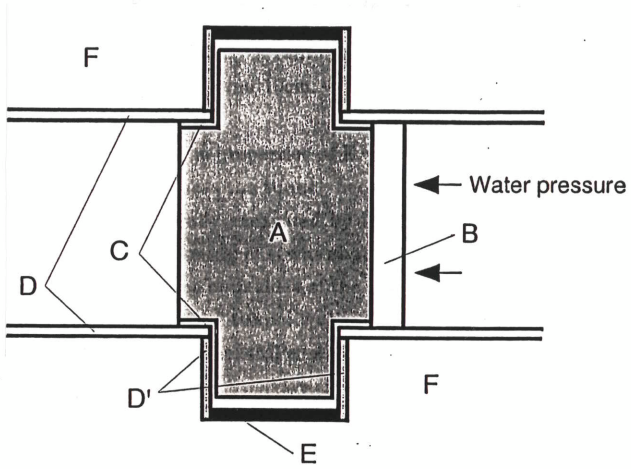


Analysis Mesh

Material Properties

	Material	Permeability (m/s)	Specific Storage (1/m)	Coefficient of Diffusion (m^2/s)	Porosity	Longtitudinal Dispersivity* (m)
A	Clay	3.0E-13	5.8E-04	1.0E-10	0.30	0.1～1.0
B	Backfill	1.0E-11	5.8E-04	1.0E-10	0.21	
C	Shot-clay	1.0E-12	5.8E-04	1.0E-10	0.53	
D	EDZ-1	1.0E-09	3.2E-07	1.0E-12	0.01	
D'	EDZ-2	1.0E-10~1.0E-11	1.7E-07	5.0E-13	0.005	
E						
F	Rock	1.0E-13	5.0E-08	1.0E-13	0.0025	

* Transverse Dispersivity is 1/10 of Longtudinal Dispersivity

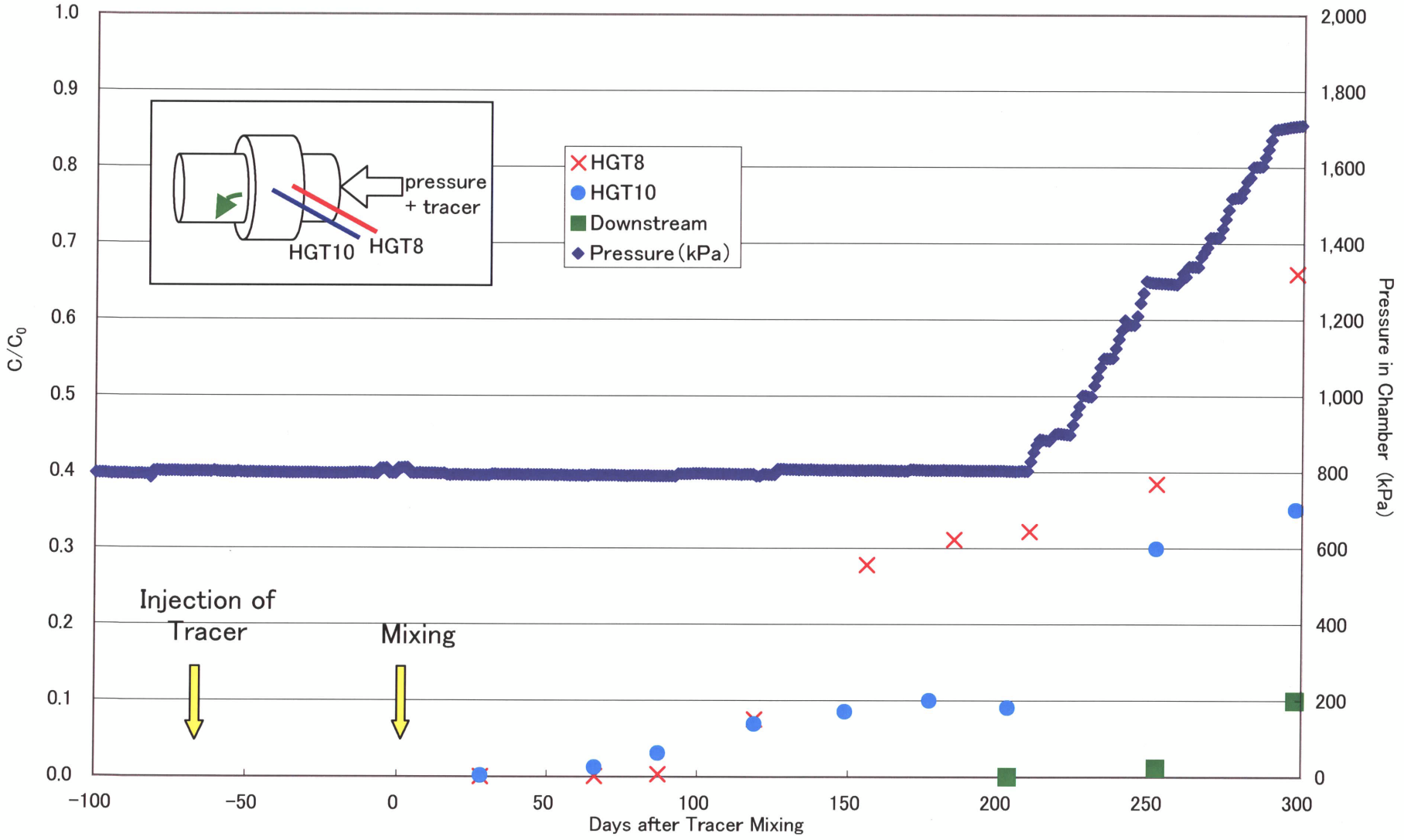


A : Clay
B : Backfill
C : Shot-clay
D : EDZ-1
D': EDZ-2
E : EDZ-2
F : Rock

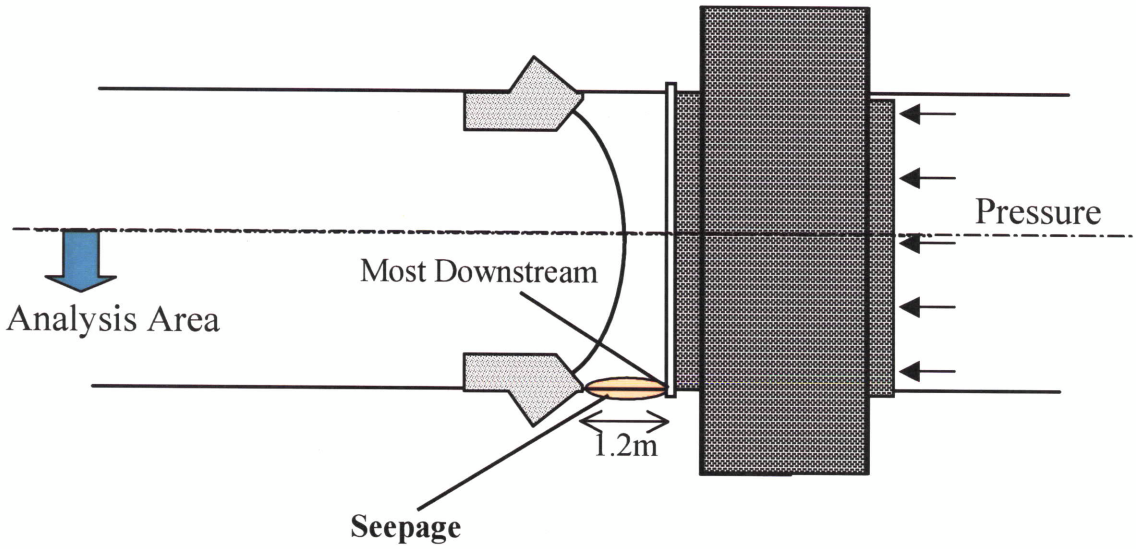
Analysis Cases

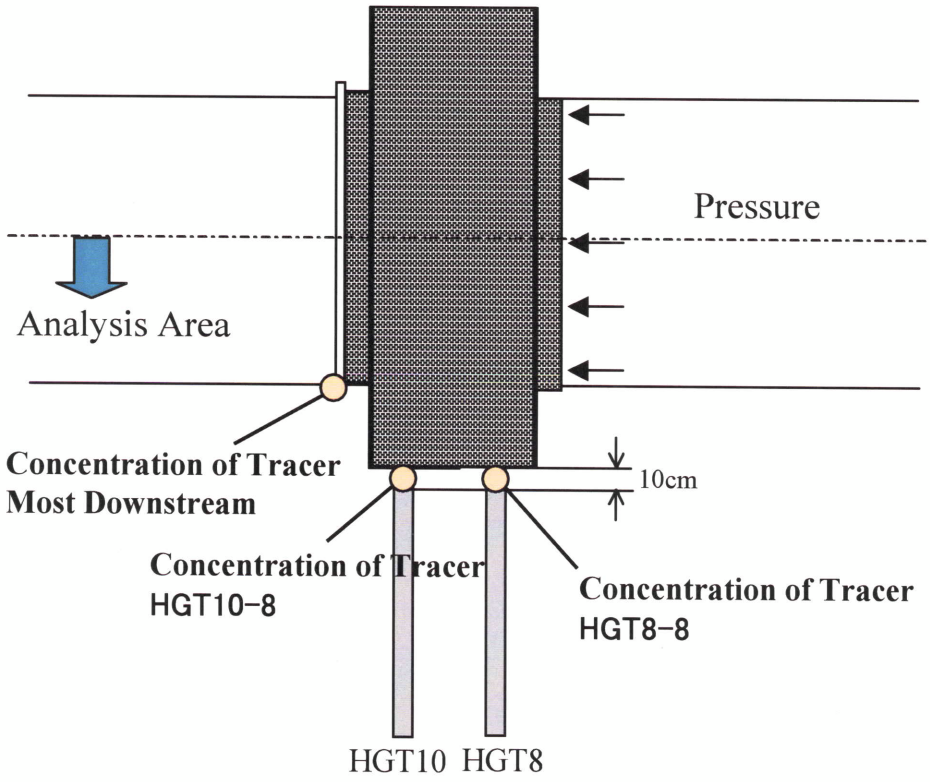
Condition	Case	Permeability		Dispersivity	
		Around the Tunnel*1 (m/s)	Around the Plug*2 (m/s)	EDZ*3 (m)	Except EDZ (m)
Unsteady Flow Analysis (Pressure 800kPa →2MPa) Solution Transport Analysis 500 days	B-1	10^{-9}	3×10^{-11}	0.1	0.1
	B-1a			1.0	0.1
	B-1b			1.0	1.0
	B-2		5×10^{-11}	0.1	0.1
	B-2a			1.0	0.1
	B-3		7×10^{-11}	0.1	0.1
	B-3a			1.0	0.1
	B-4		10^{-10}	0.1	0.1

*1: D *2: D', E *3: D, D', E

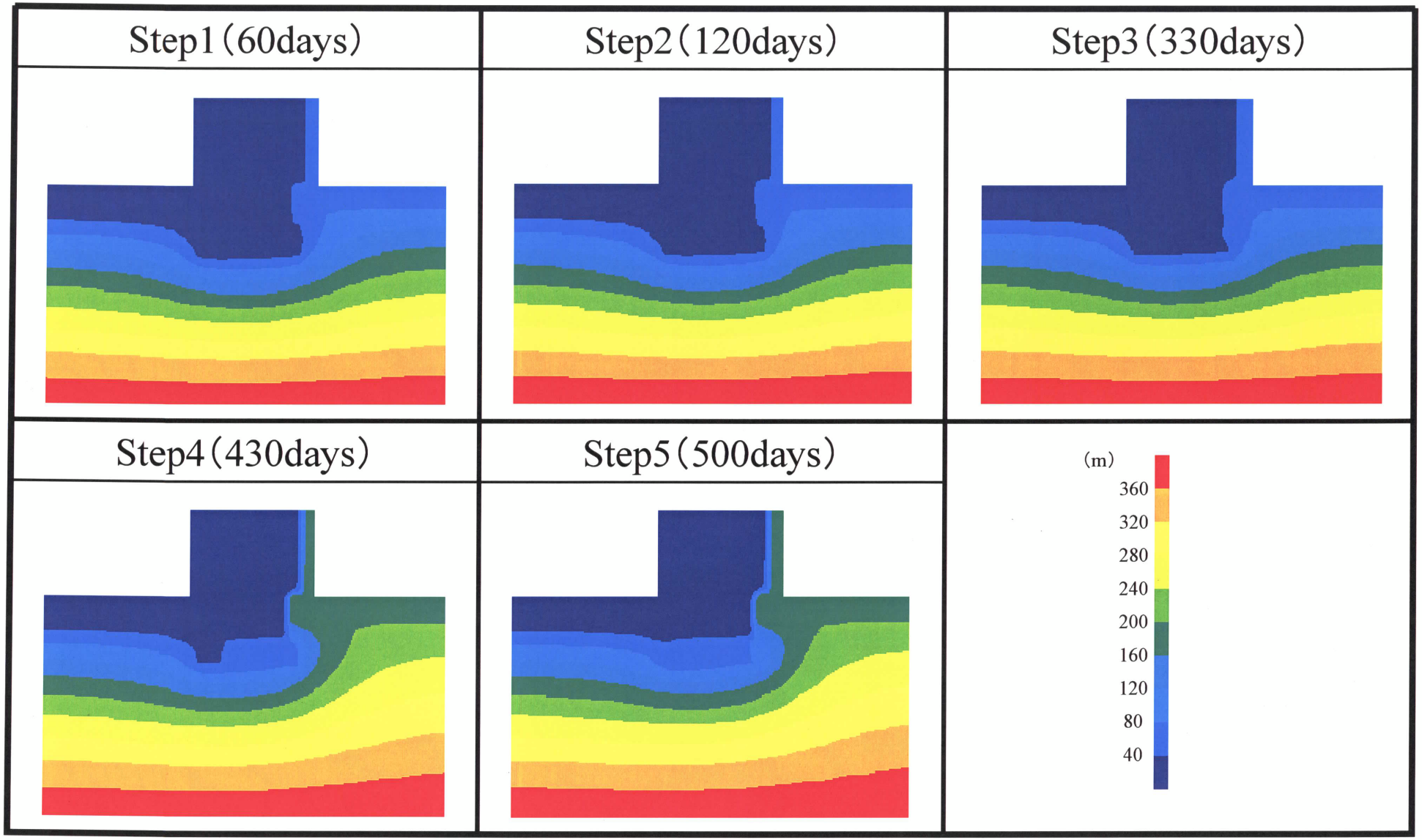


Breakthrough Curve of Tracer Test

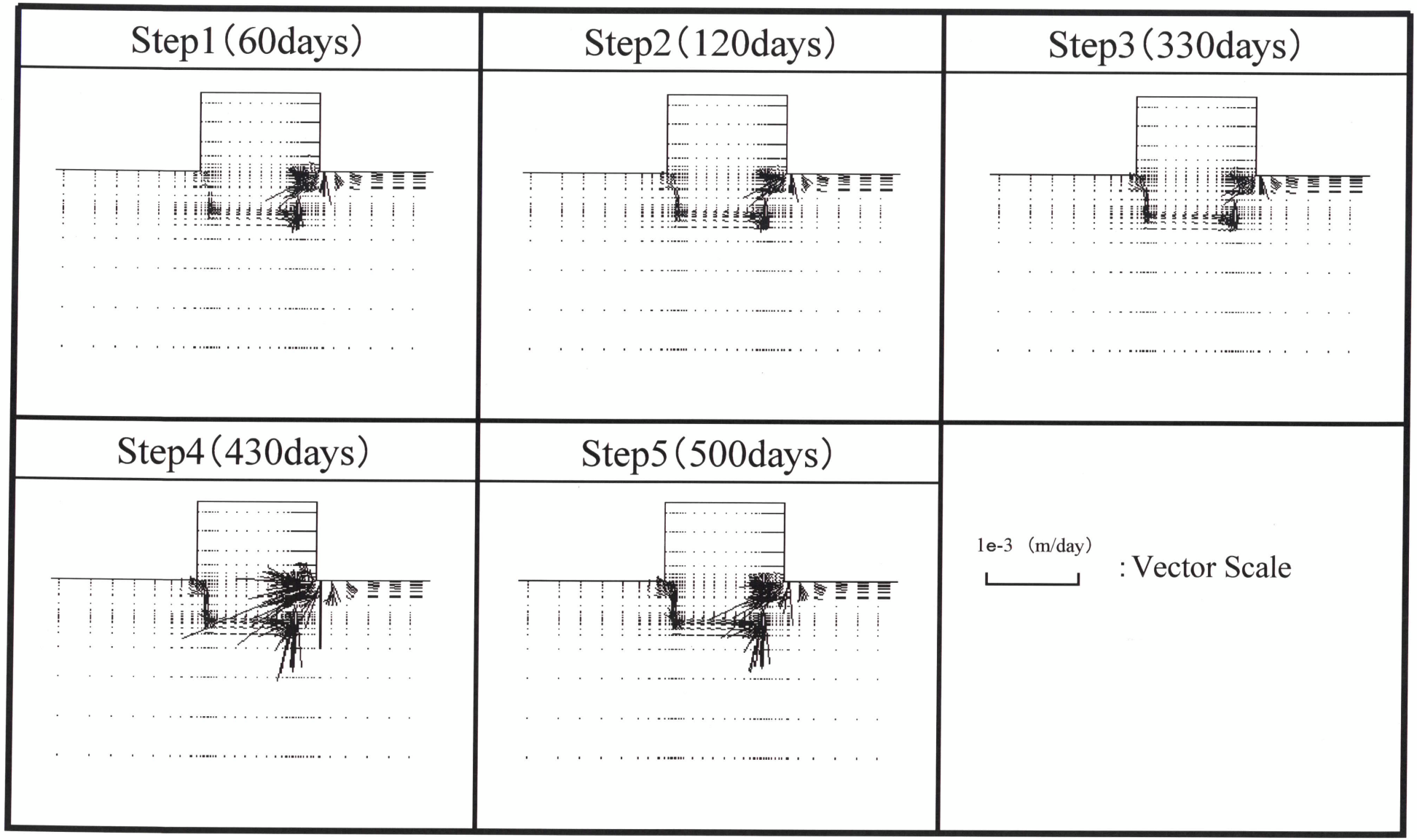




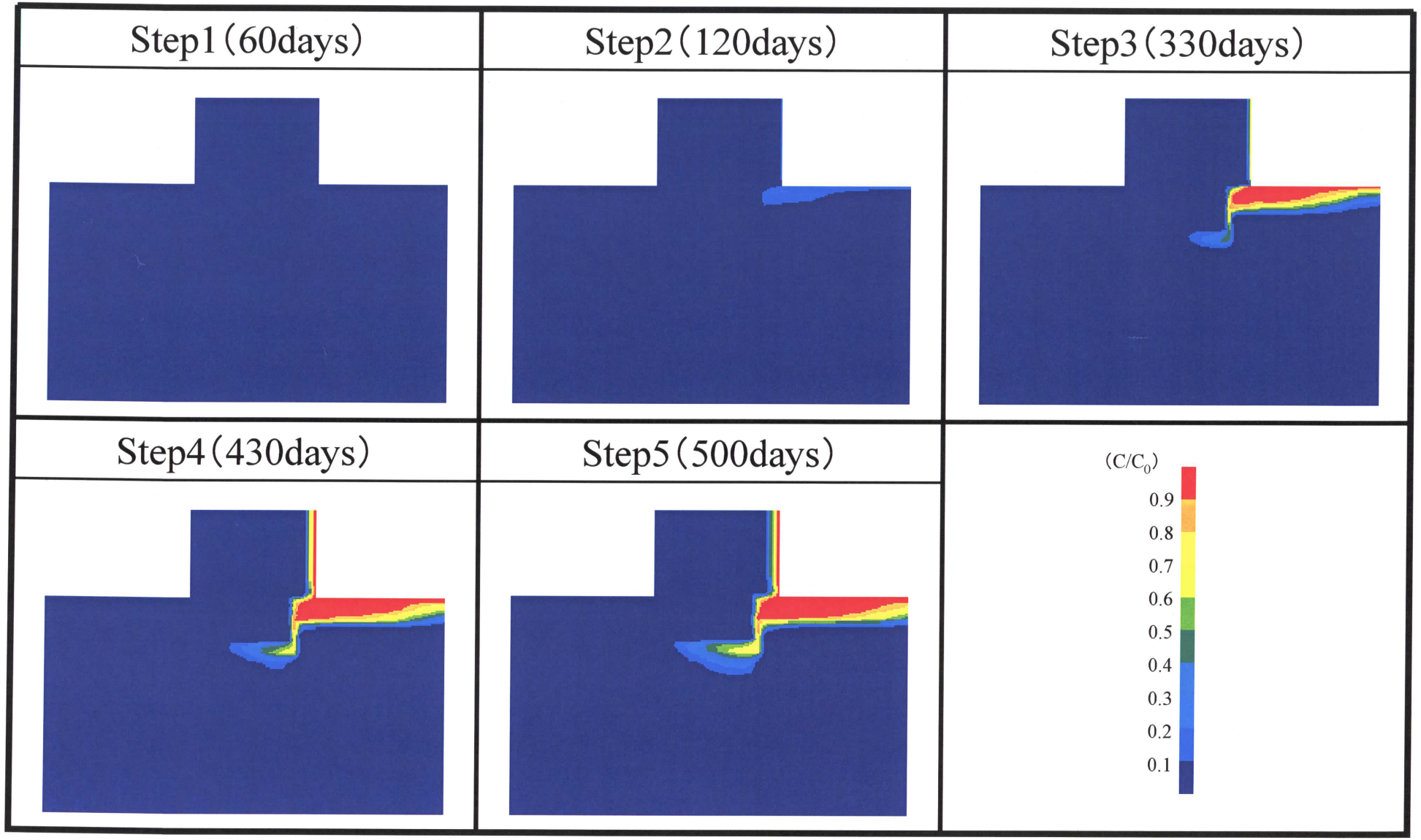
Comparison Point
between Analysis and Measurement



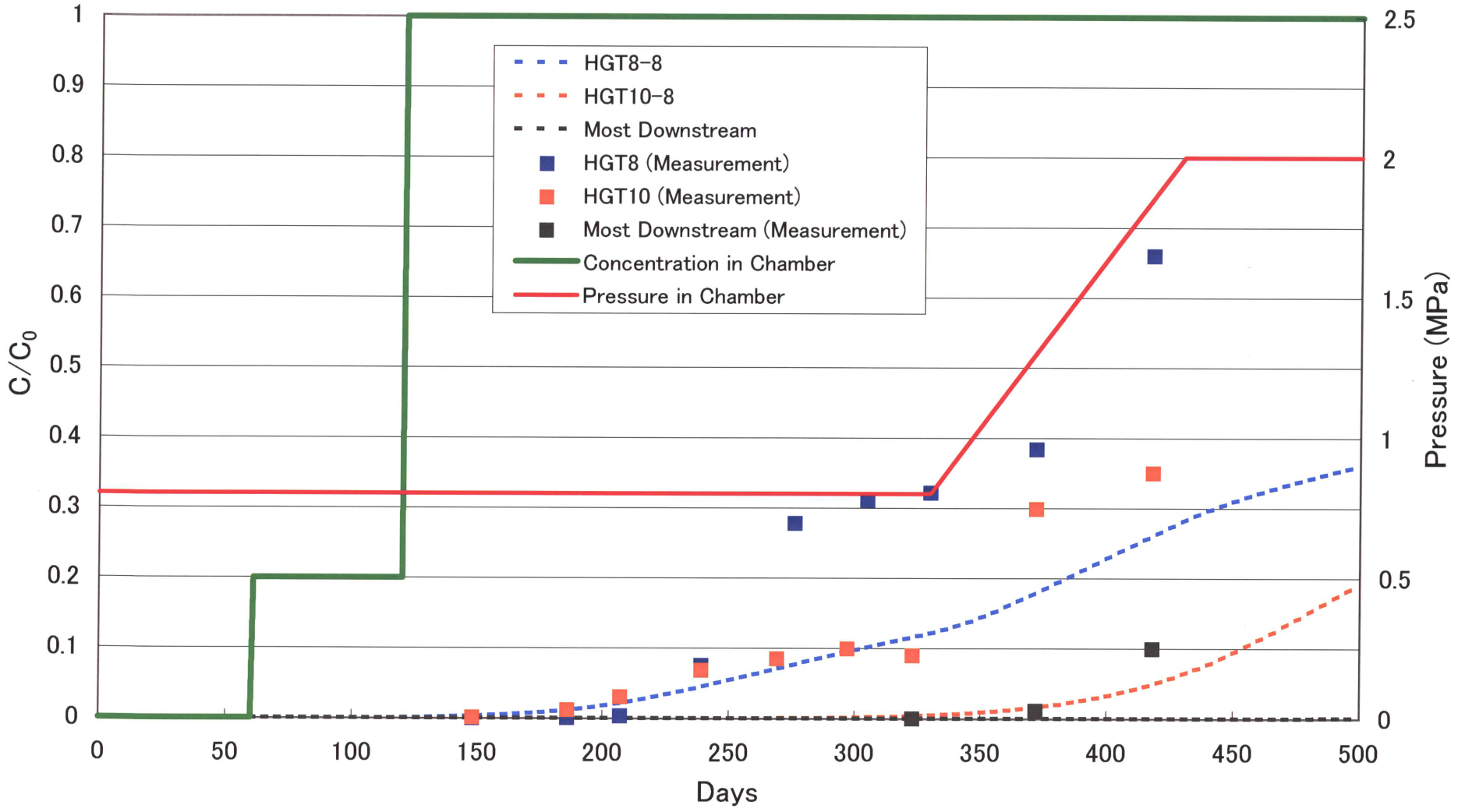
Pressure Distribution (Case B-1)



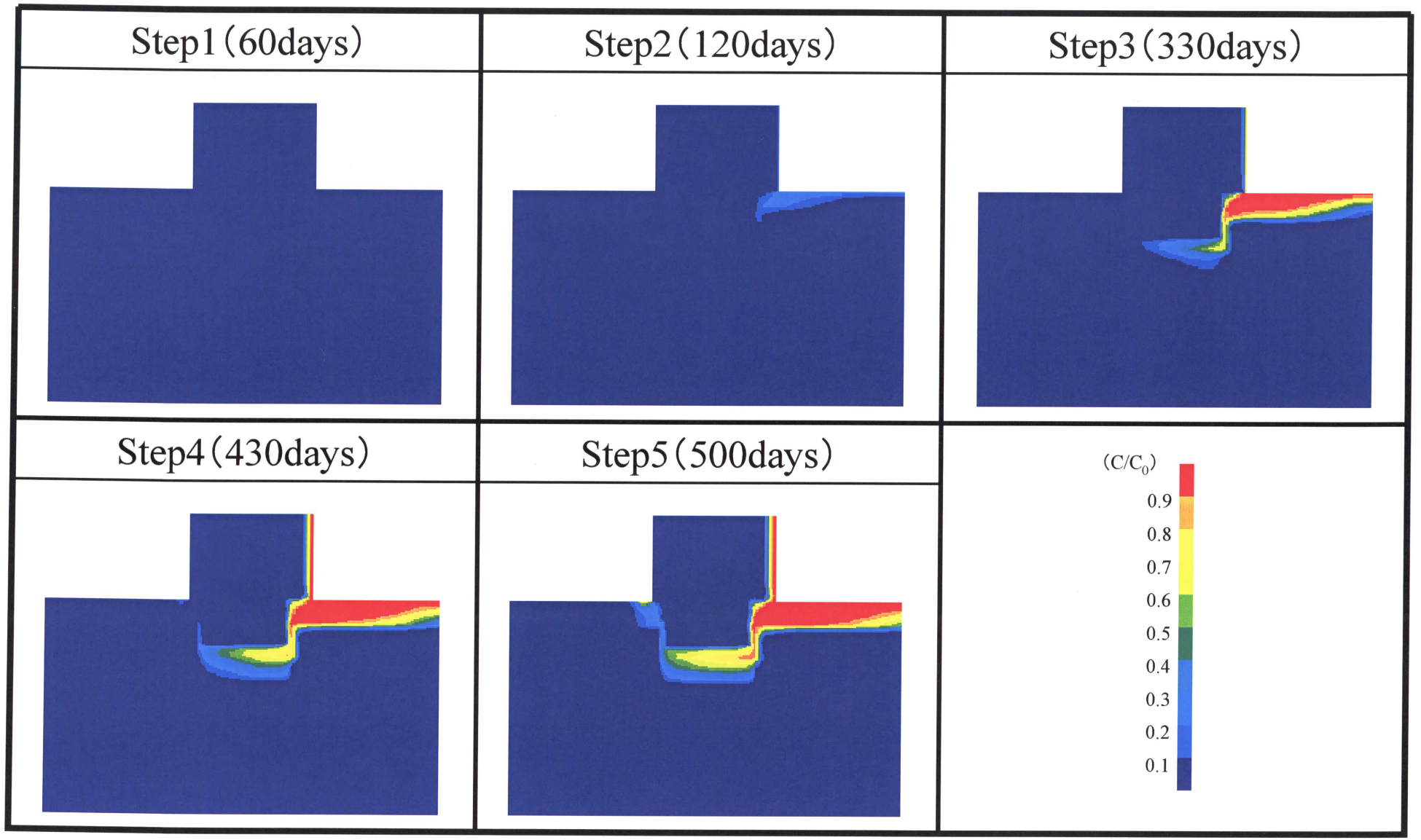
Flow Velocity Distribution（Case B-1）



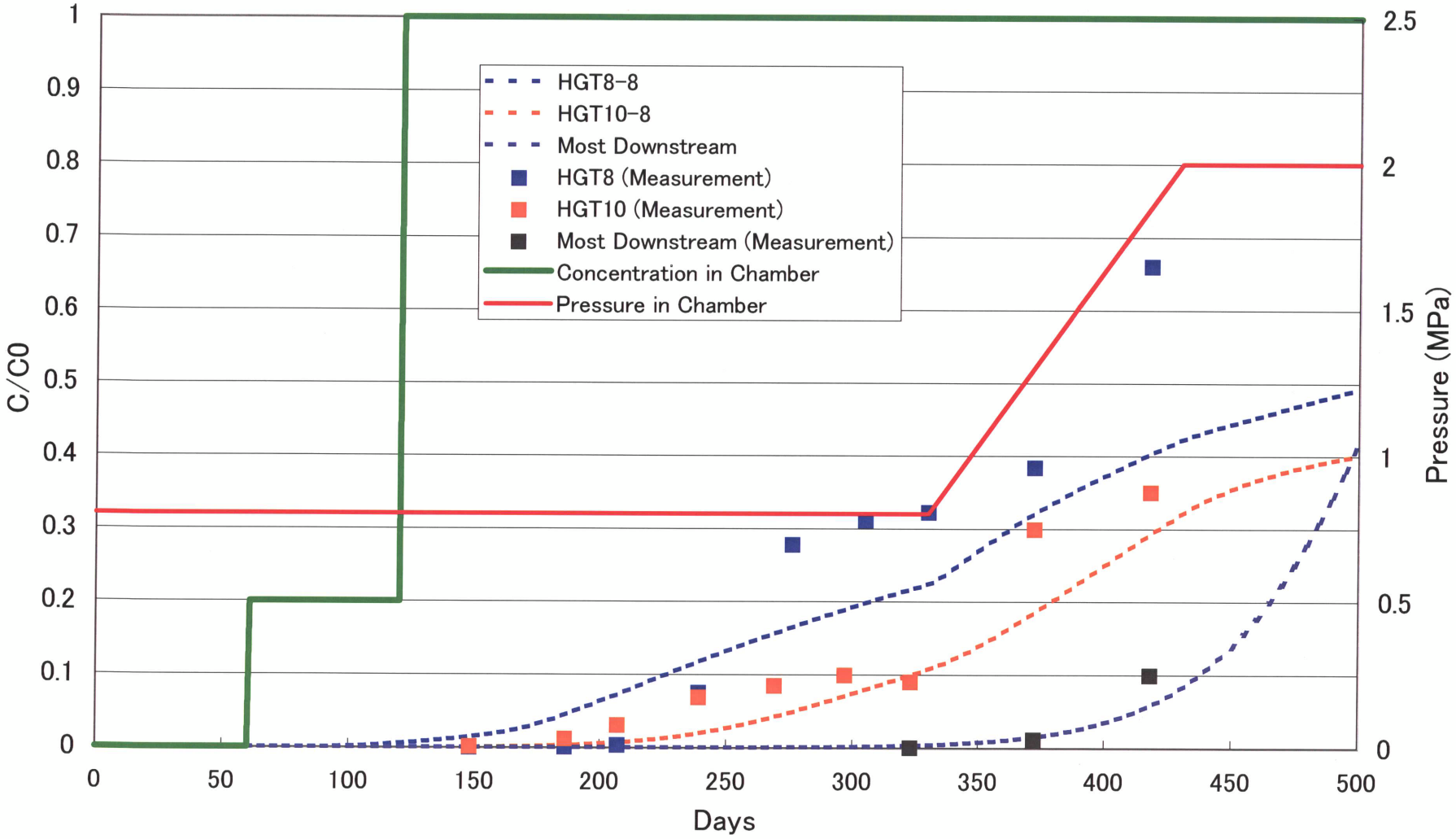
Result of Tracer Analysis（Case B-1）



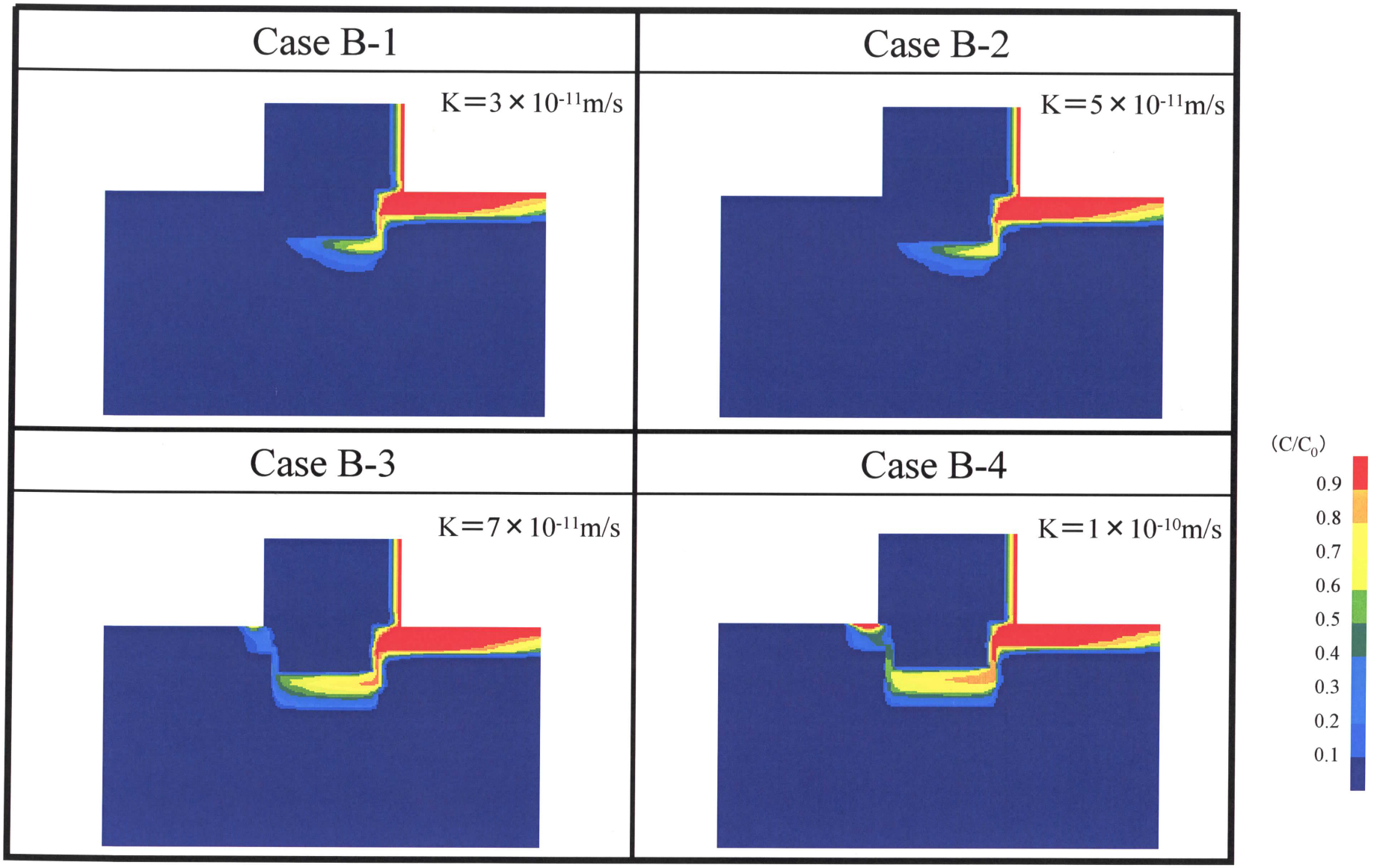
Result of Tracer Analysis (CaseB-1)



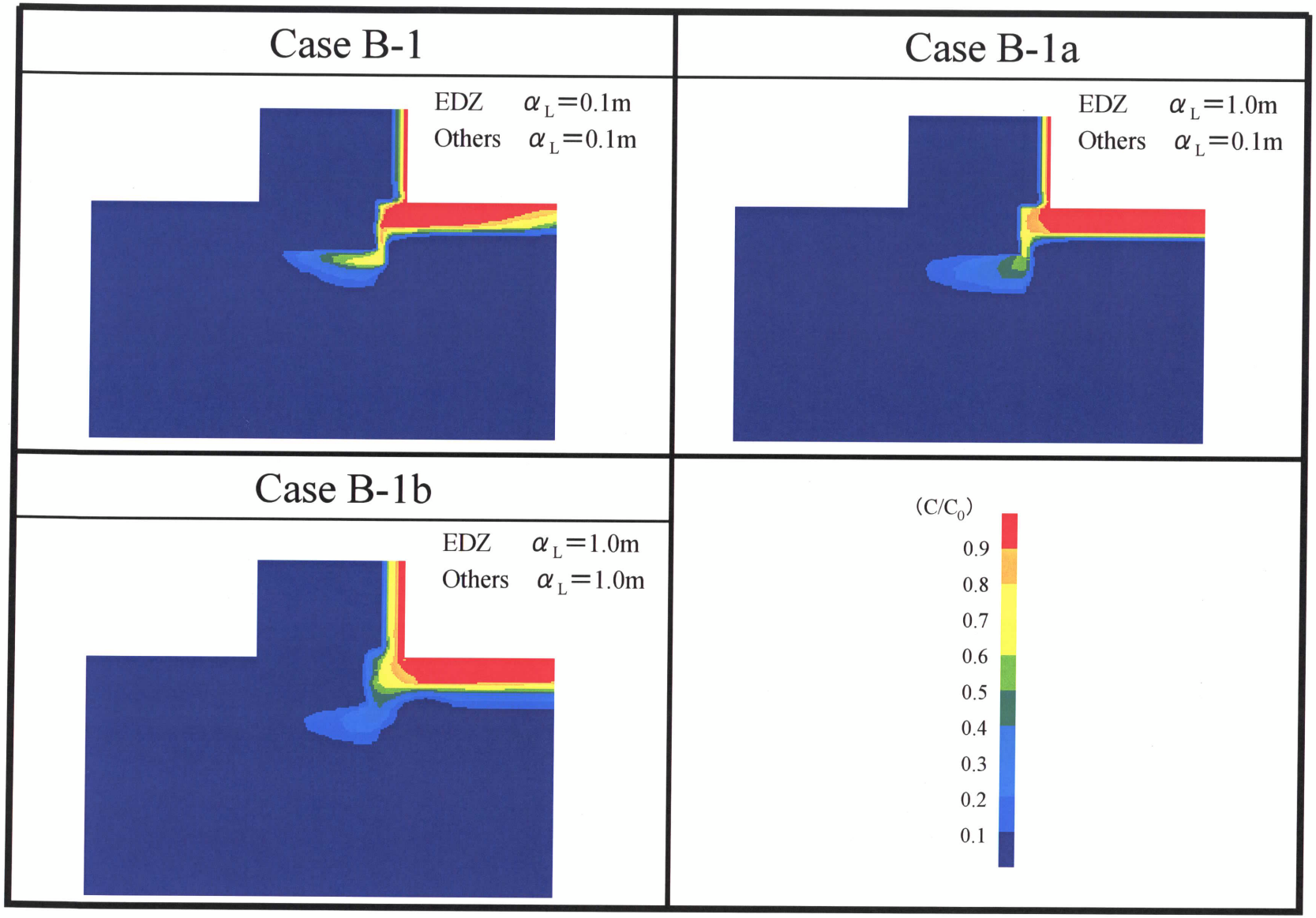
Result of Tracer Analysis（Case B-3）



Result of Tracer Analysis (CaseB-3)



Results of Tracer Analysis
(Dispersivity 0.1m, 500days)



Results of Tracer Analysis
($k = 3 \times 10^{-11}$m/s, 500days)