


分置

PNC  1380 93-003

社内資料

本資料は 年 月 日付で登録区分、
変更する。

2002. 2. 28

[技術情報室]

LABROCK試験用試験岩体の切り出し・整形

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

平成5年3月

日鉄鉱業株式会社

本資料は、核燃料サイクル開発機構の開発業務を進めるために作成されたものです。したがって、その利用は限られた範囲としており、その取扱には十分な注意を払ってください。この資料の全部または一部を複写・複製・転載あるいは引用する場合、特別の許可を必要としますので、下記にお問い合わせください。

〒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,
Technology Management Division,
Japan Nuclear Cycle Development Institute
4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki, 319-1184
Japan

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

復
管
さ

理して下さい。また今回の開示目的以外のことには使用しないようお願いいたします。

本資料についての問い合わせは下記に願います。

〒107 東京都港区赤坂1-9-13

動力炉・核燃料開発事業団

技術協力部 技術管理室

目 次

	頁
1. 目 的	1
2. 実施方針	1
3. 対象亀裂	2
4. 調査試験	6
4. 1 調査試験の目的	6
4. 2 調査試験の概要	6
4. 3 調査試験結果	10
5. 岩体の切出し	42
5. 1 工法の選定	42
5. 2 施工概要	43
6. 試験体整形	54
6. 1 工法の選定	54
6. 2 施工概要	55
7. 実施工程	61
8. まとめと今後の課題	61

1. 目的

実岩体を用いたミクロ的な亀裂状媒体中の水の流れと物質移行メカニズムを把握する目的で LABROCK試験を実施する。LABROCK試験体の切り出し・整形納入では、釜石原位置試験場において、この試験に適合し水みちとしてのチャンネリングが認められる単一亀裂を含む岩盤ブロックの試験体を切り出し、整形して納入する。

2. 実施方針

LABROCK 試験の目的からして、試験装置内に設置された試験体の状況が、原位置の状況をどれだけ再現しているかは重要な問題である。この原位置の状況を項目にブレークダウンすると表-2.1.1のようなものが揚げられる。

表-2.1.1 実岩体試験体の原位置状況項目

物理的状況	水理的状況	化学的状況
<ul style="list-style-type: none">・初期応力状態・亀裂開口幅・流路部分の形状・亀裂内介在物の有無・岩盤温度・亀裂面の重力に対する方向	<ul style="list-style-type: none">・飽和度・間隙水圧・亀裂内の流量・亀裂内の流向	<ul style="list-style-type: none">・水の化学成分・PH・Eh・亀裂内介在物の化学成分

一方、LABROCK 試験時に原位置での状況を忠実に再現するためには、これらの項目について以下の観点での技術が完成されている必要がある。

①切り出しから整形加工・試験に至るまで、原位置での状況を維持する技術または試験時に再現する、主として制御技術。（拘束圧の制御、亀裂面の固定、亀裂端部の密封、温度の維持等）

②状況が維持または再現されている事を確認する、主に計測技術、すなわち採取前に原位置での初期状態を確認する技術、および採取中採取後の状況変化を確認する技術。

しかし、これらの技術の中には開発段階のものもあり、また状況項目についても開口幅や介在物のように水の流れにとって重要な項目と、そうでない項目がある。

よってここでは、

- ・亀裂の開口幅

・亀裂内介在物

の2点に着目し、開口幅については試験時の载荷により再現が可能と考え、切り出しおよび整形時を通して、

亀裂の開口・横ずれに対する固定措置を取る。

また介在物に関しては、施工時水の使用による介在物の流出と濁水の浸入が問題となる。これらは亀裂と接する面の切断に水を用いることに起因する事から、

亀裂と工事用水の接触はできるだけ避ける。

なお、開口幅の試験時における再現について、直接亀裂内部の間隔を測定することは不可能な事から、何らかの代用特性が必要となる。この特性として亀裂の透水性が考えられる。すなわち、原位置において亀裂面の放射流透水試験を行い、室内においてもできるだけこれと同条件で透水試験を行う。このとき試験パラメータとして亀裂拘束圧をとり、原位置と同じ透水性を示す時の拘束条件が原位置の開口幅を再現していると考えられるものである。

ただし、この透水試験は別途実施する予定である事から、本報告書においては省略するものとする。

3. 対象亀裂

試験体として採取対象となる亀裂は、水の流れが存在し、チャンネルリングが認められる事が第一条件である。さらに採取に当っては対象亀裂周辺の岩盤応力、間隙水圧、水頭差等の把握が必要となるが、釜石原位置試験場では既に各種試験が実施されており岩盤応力、間隙水圧、水頭差等はある程度推定が可能である。

対象亀裂の選定に当っては、釜石原位置試験場の現地踏査を行い、

- ・現在水の流れている亀裂である事
- ・規模が大きく連続性のよい事
- ・形状は平面に近く、交差する亀裂のない事

その他施工性や他の原位置試験との位置関係などを考慮した。その結果、NW押し坑道465m付近の亀裂を第一候補として選定した。この対象亀裂の位置等を図-3.1.1～図-3.1.3に示す。



図-3.1.1 対象亀裂の位置図

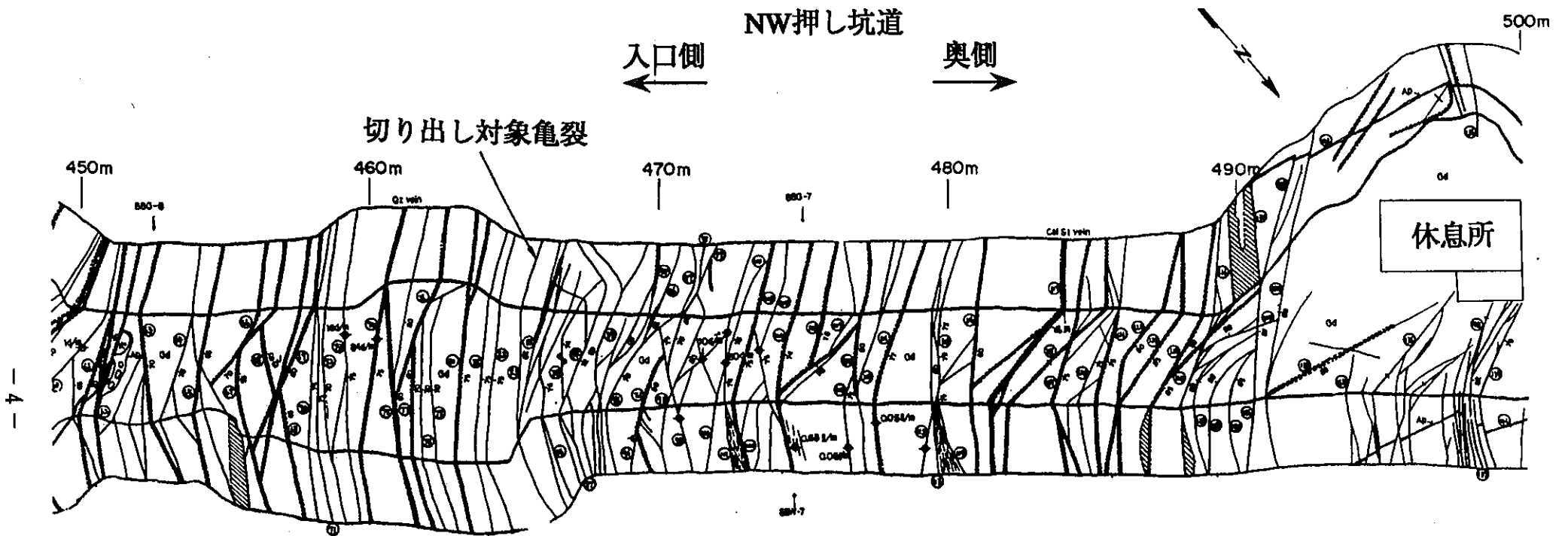


図-3.1.2 対象亀裂の展開図

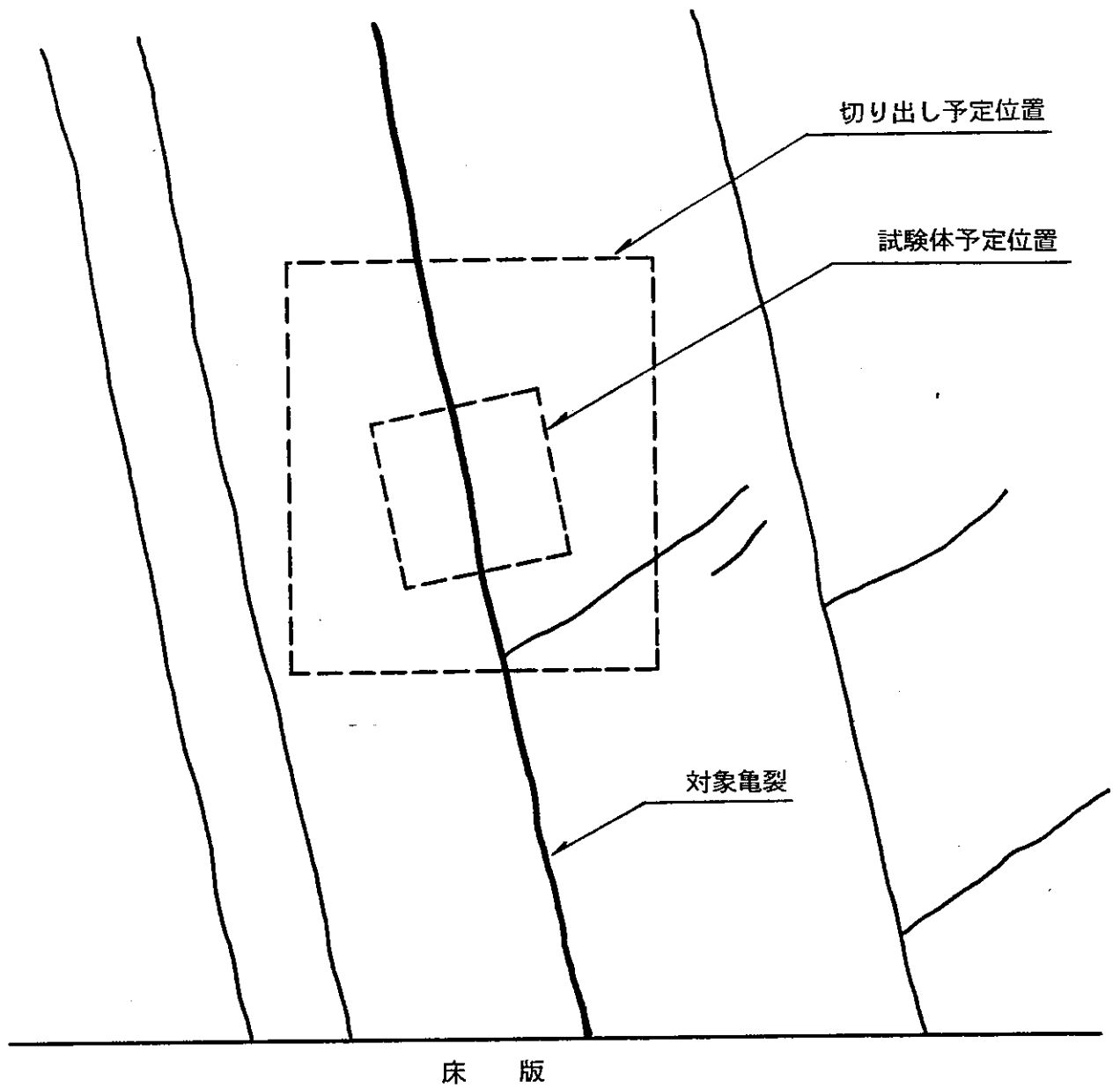


図-3.1.3 対象亀裂および周辺の亀裂状況

4. 調査試験

4.1 調査試験の目的

目的としては以下の2つが考えられる。

- ①LABROCK 試験体としての適性を確認する。
- ②原位置での初期状態を把握する。

この内①の適性をブレイクダウンすると、

- ①-i 亀裂内を適量の水が流れ得る事
- ①-ii その流れがチャンネルリング現象を予想させるものである事
- ①-iii チャンネルリング予想位置が概略特定できる事
- ①-iv 原位置での透水圧-透水量の関係がわかる事

が考えられる。本年度はこれらを主目的とした調査試験を行う。

②の初期状態で最も重要なのは亀裂開口幅であり、開口幅測定の代用として透水試験が考えられるが、これについては前述のように別途実施の予定である。よって調査試験の目的として②の初期状態の把握はその際の報告書において述べる事とする。

4.2 調査試験の概要

上記の①-i~ivを目的とした試験として、図-4.2.1および図-4.2.2に示すような調査試験を考えた。これは切り出し部位中と切り出し部位下方の2箇所を削孔し、亀裂の方向を確認するとともに、これらを注入孔・観測孔とした流下試験を行うものである。この試験では水を注入して注入量と浸出量を測定する注水試験と、トレーサーを注入してその到達位置と時間を測定するトレーサー試験を行う。以上を手順を追って下記に述べる。

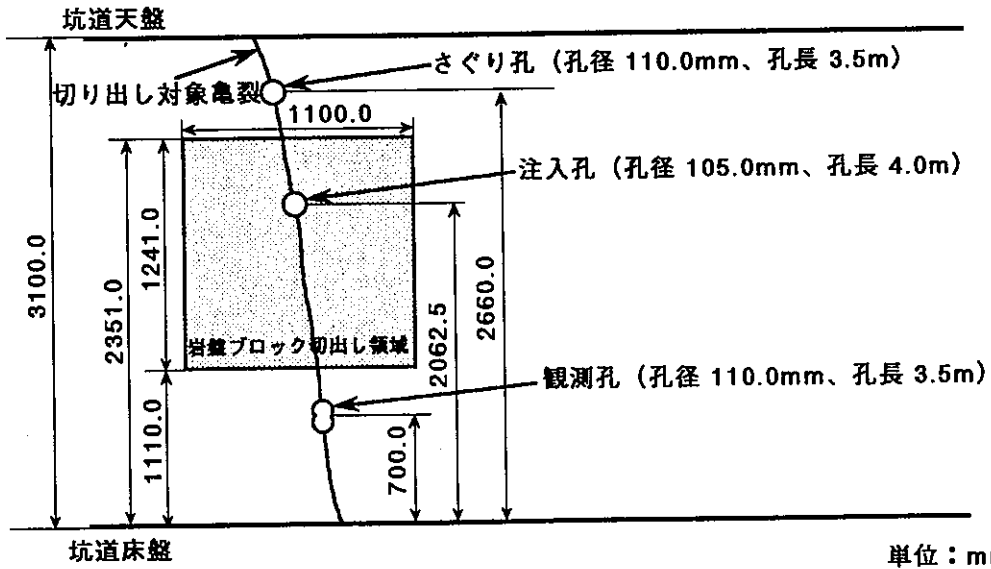
(1) 観測孔削孔

これは流下試験における観測孔であると共に、切り出し岩体下部での亀裂方向確認のためのさぐり孔も兼ねるものである。削孔は削岩機（湿式、孔径110.0mm、孔長3.5m）によるものとし、対象亀裂の開口状況および湧水状況等を観察する。

(2) さぐり孔削孔

切り出し岩体上部の亀裂方向確認のため、さぐり孔を削岩機（乾式、孔径110.0mm、

正面図



側面図

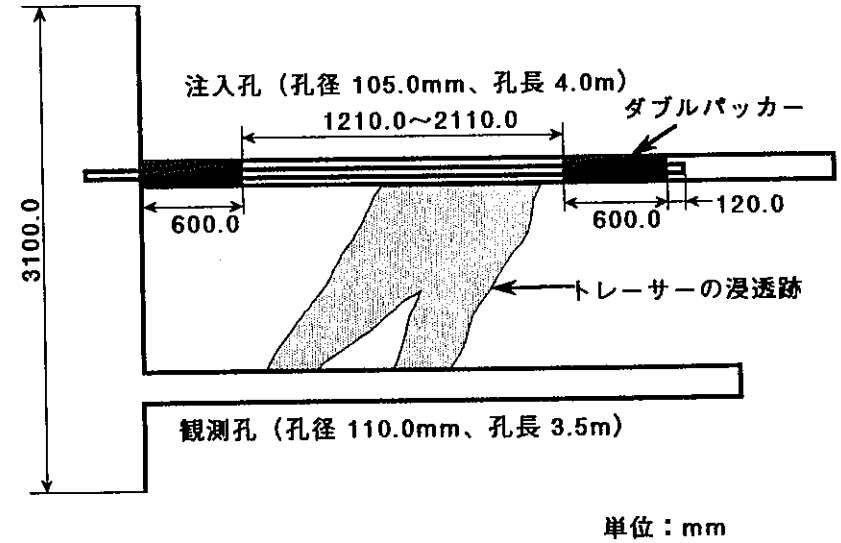
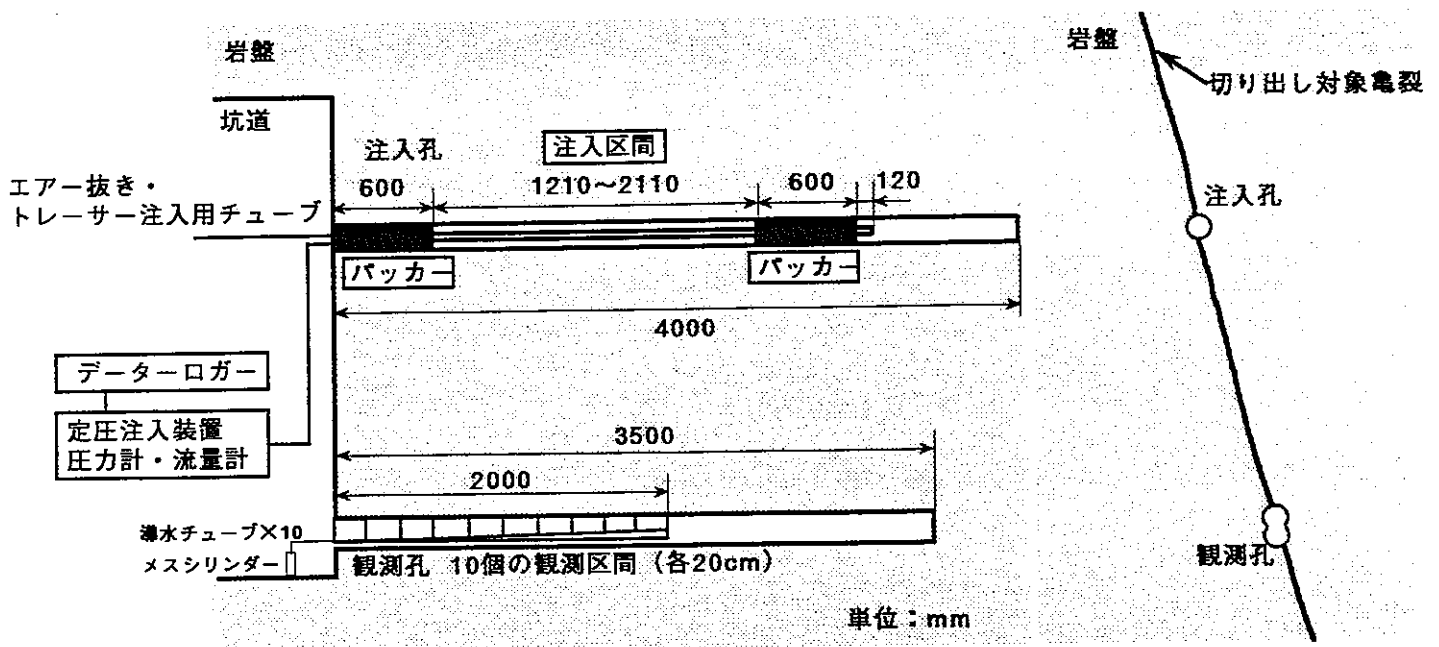


図-4.2.1 調査試験の概念図 (その1)



側面図

正面図

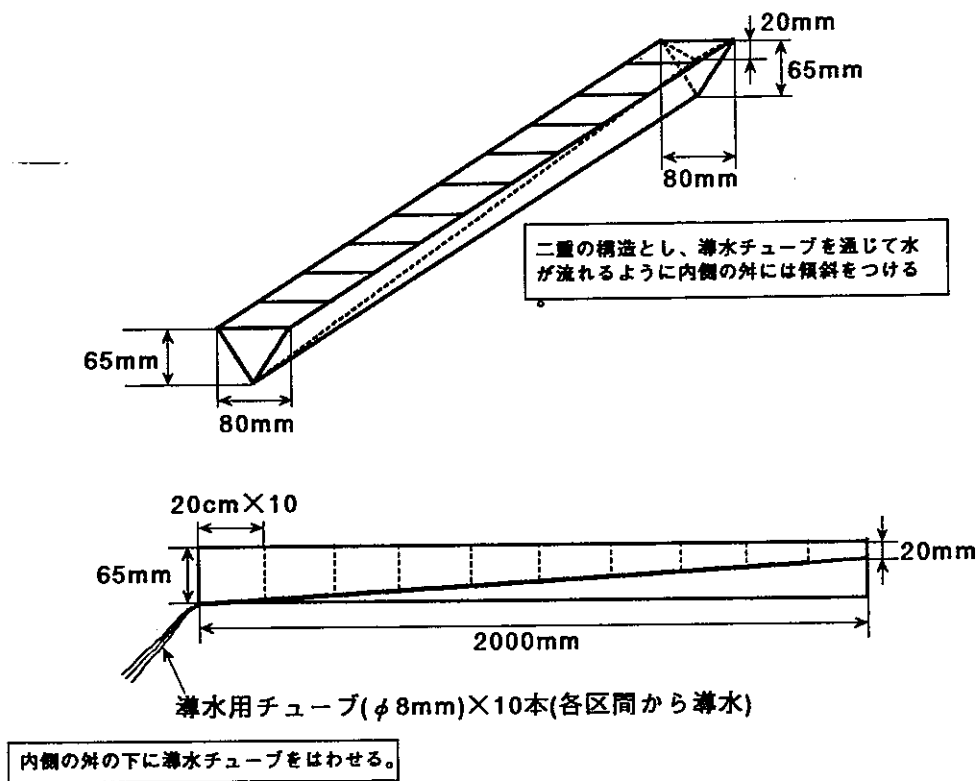


図-4.2.2 調査試験の概念図 (その2)

孔長3.5m)にて削孔する。なお、さぐり孔と注入孔を兼用する事は、試験機器の制約によりできないため、単独の削孔が必要となる。

(3) 注入孔削孔

注入孔はパッカーをかけるため、試錐機（湿式、孔径105.0mm、孔長4.0m）によるものとし、観測孔と同様対象亀裂の開口状況を観察する。

(4) 通水試験

パッカーを用いた注入試験に先立ち、孔口をモルタルで塞ぎ、注入孔および観測孔より水を注入してその浸出状況を観察する、簡易的な通水試験を行う。

(5) 注水試験

注入孔にダブルパッカーを用いて注入区間を設け、水の注入試験を行う。注入には低圧透水試験器を用い、注入量と注入圧力の経時変化をモニターする。なお、ダブルパッカーを用いて注入を行う場合、設定した注入区間に支配された水みちが形成される恐れがある。したがって、注入区間長はパッカー部を除いて採取する岩体全体に渡る構造とする。注入圧力は、原位置試験場において計測している間隙水圧を考慮して決定する。観測孔での浸出量は、観測孔口に導水装置を設け、メスシリンダーにて計測する。

(6) トレーサーの選定

以前釜石原位置試験場で実施された流下試験ではトレーサーとしてエオシンを用いたが今回はエオシンを含め、複数のトレーサーを岩盤表面に流下させ、識別のしやすさよりトレーサーの選定を行う。

(7) トレーサー試験

チャンネルリング部分の着色および浸出位置の確認を目的としてトレーサーを注入孔より流す。注入圧は注水試験の注入圧と同等とし、観測孔においてトレーサーの浸出した位置と時間を測定する。

4.3 調査結果

(1) BTVによる亀裂状況

上のさぐり孔において対象亀裂は口元より2.4m地点でさぐり孔からNW坑道手前側に逸れているが、それより手前では下の観測孔とほぼ同じ方向である事が認められた。

なお、さぐり孔は注入した水およびトレーサーが回り込む可能性がある事から、モルタルにて全長を閉塞した。

観測孔と注入孔については亀裂状況確認のため、内視鏡型のBTVによる観察を行った。観測孔では口元より1.2m～1.7mおよび2.5m～2.85mの位置に、比較的連続した開口部分が認められた。また、観測孔には湧水が認められ、その位置は口元より1.7m付近に集中しており、湧水量は削孔直後、2.4ℓ/分であったが、その後1.8ℓ/分で定常に達した。

注入孔では、削孔中に下の観測孔より削孔水の浸出が認められている。亀裂の状況は、口元より1.8mでさぐり孔からNW坑道奥側に逸れ、2.6mでNW坑道奥側より戻り、3.7mで再びNW坑道奥側に逸れている。亀裂が孔内に現われている部分については、ほぼ連続して開口しており、特に口元より2.8～2.9m付近に顕著な部分が認められた。以上の注入孔および観測孔のBTV観察結果による亀裂の状況を図-4.3.1に示す。

(2) 注入孔岩芯鑑定結果

対象亀裂は、注入孔の0～170cm区間、および、243～354cm区間において認められ、出現区間内においては、全て開口している。対象亀裂は、45cm付近において対象亀裂横に存在する、閉鎖した、プール状に充填物を含有する、脈充填割れ目と一体となり、143cm～158cm区間では、一部脈充填割れ目と分離するものの、残りの出現区間内においては、一体となっている。対象亀裂中に脈充填物が存在する部分は、充填鉱物と母岩との境界部のどちらかの一方が開口している。充填鉱物がほとんど存在しない部分は、破断面に薄く白色粘土（束沸石、濁沸石、方解石）が付着し、所々で束沸石の破断面からの自形成長が認められ、対象亀裂が空隙を持っている、あるいは、過去に持っていたことがうかがわれる。また、対象亀裂の一部において黒色混合鉱物を含有する細脈が発達しており、その表面に条線が発達していることより、対象亀裂は元々黒色混合鉱物を含有するせん断を受けた弱い割れ目であったものが、後に開きを伴い、その空隙部を、束沸石、濁沸石、方解石等の脈充填鉱物が充填したものと推測される。

変質は、対象亀裂沿いにおいて、長石の白濁化が認められる程度でありコア全体を通じ、微弱変質である。コア欠損部、コア破碎部においても、ほとんどの割れ目が人工割れ目であり、さほど大きな割れ目は存在しない。以上の鑑定結果を図-4.3.2～図-4.3.4に示す。

(3) 通水試験

注入孔口元より注入した結果、観測孔口より2.4m地点で集中した浸出があり、観測孔口元より注入した場合は、注入孔と観測孔の間付近の坑道壁面および注入孔口元より2.7m地点で集中した浸出が認められた。ここで注入孔口元は観測孔口元より約30cm手前側に張り出している事を考慮すると、壁面より約2.5m奥の位置にほぼ鉛直の卓越した水みちの存在する事が予想される。

観測孔よりの注入で、さらに圧力を上げた所、前述の浸出位置に加えて注入孔より上部、ほぼ天盤近くまでの対象亀裂および注入口左上部の対象亀裂以外の部分より浸出が認められた。観測孔1.7m付近で湧水のある事および注入孔1.8m～2.6m区間で対象亀裂が逸れている事を考え合わせると、壁面から1.7m～2.0m近辺にも水みちが存在し、これが注入孔を迂回して上部までつながっている可能性が考えられる。

(4) 注入試験

水の注入試験（および後述のトレーサー試験）に用いた試験装置を図-4.3.5に示す。一方、上述の通水試験の結果、壁面より約2.5mの位置にほぼ鉛直の卓越した水みちが存在することが明らかになった。ただし、この位置は今回の岩体採取範囲の端部に当り、試験体として用いる場合には計画より規模の大きな掘削が必要となる。しかし、これは費用、工期の面から考えると極めて困難である。当初の計画どおり岩体切り出しを行うには、坑壁から2.0m位までに水みちが存在することが確認されなければならない。ここで、ダブルパッカーを用いて注入試験を行う場合、坑壁から2.5m奥の位置に存在すると推定される水みちを試験区間に含むと他に水みちが存在しても確認できない可能性もある。したがって、今回の試験では、図-4.3.6(a)～(c)に示した3本の間中ロッドを用いることにより、注入区間を3通り設定し、水およびトレーサーの注入試験を実施した。

1) 試験1 (注入区間長 1.21m)

壁面より約2.5mにあると予想される卓越した水みちを避ける形で、注入孔口元より0.72m～1.93m(注入区間長1.21m)を注入区間とする注入試験を行った。注入圧力は1.0kg/cm²より始め、注入開始後約30分、注入圧力2.4kg/cm²(N₂ポンベゲージ圧)でエア抜孔よりのリターンが認められ、数分後間隙水圧の上昇が認められた。

観測孔における浸出状況は、最奥部で濡れた部分と、わずかな滴下が認められたが、明瞭な浸出は確認できなかった。なお、この時は観測孔よりの湧水量変化は測定していない。また、わずかながら、対象亀裂以外の壁面よりの浸出が認められた。この試験結果を図-4.3.7および表-4.3.2に示す。

2) 試験2 (注入区間長 2.11m)

次いで、卓越した水みちを注入区間に含む形で、口元より0.99m～3.10m(注入区間長2.11m)を注入区間とする注入試験を行った。エア抜孔よりのリターンはなく、間隙水圧の上昇もなかった。観測孔では口元より2.5mおよび2.8m近辺よりの浸出が認められ、湧水量は1.8ℓ/分から最終的に2.3ℓ/分まで500cc/分の増加を見た。この量は、その時点での注入量約600cc/分にはほぼ近い値であり、注入された水は注水区間を満たす間もなく対象亀裂を通してその大部分が観測孔に浸出したものと考えられる。この試験結果を図-4.3.8および表-4.3.3～4に示す。

(5) トレーサーの選定

トレーサー候補とした染料は表-4.3.1に示す6種類である。

表-4.3.1 染料の種類

染料		色	製造
エオシンG	C ₂₀ H ₆ O ₅ Br ₄ Na ₂	(赤色)	昭和化学株式会社
ナフトルグリーンB	C ₂₀ H ₁₀ N ₂ O ₁₀ S ₂ FeNa ₂	(緑色)	昭和化学株式会社
キノリンイエローWS	C ₁₈ H ₉ NO ₈ S ₂ Na ₂	(黄色)	昭和化学株式会社
ブリリアントブルーFCF	C ₃₇ H ₃₁ O ₈ N ₂ S ₃ Na ₂	(青色)	昭和化学株式会社
ウラニン	C ₂₀ H ₁₀ O ₅ Na ₂	(黄緑色)	昭和化学株式会社
ローダミンB	C ₂₈ H ₃₁ O ₃ N ₂ Cl	(紅色)	第一化成工業株式会社

注入するトレーサーを決定するために各染料を同濃度とした溶液を坑道壁面に流下させ、岩盤への付着状態を観察した。その結果、付着部分の濃淡はブリリアントブルーとローダミンBが明瞭であり、付着部分の輪郭はウラニンが明瞭であった。

トレーサーは2回の注入を考慮して2種類選定する事とし、ブリリアントブルーとウラニンを選定した。

(6) トレーサー試験

まず注入孔よりトレーサーとしてブリリアントブルーを流し、観測孔での浸出状況を調査し、次いで岩体下面のスリット削孔後ウラニンを流して岩体下面での浸出状況を調査し、岩体切り出し範囲を確認した。

ブリリアントブルーの注入では、注入孔口元から0.72m~2.44m(注入区間長1.72m)を注入区間とし、注入孔口元から2.6m~2.9mに存在する顕著な亀裂開口部分をパッカーで塞ぐこととした。この注入区間の試験では、注入開始から約8分後観測孔口元から126cm, 136cmの位置で対象亀裂からトレーサーの浸出が最初に認められた。その後のトレーサー付着状況から判断すると、浸出位置は、1.1m~1.5m、2.15m付近、2.6m~2.85mの3ヶ所であり、この内1.1m~1.5mへ浸出する水みちは切り出し範囲にあると判定された。観測孔からの湧水量は1.8ℓ/分から2.2ℓ/分に増加した事から浸出量は400cc/分であり、これは注入量とほぼ一致した。なお、エア抜孔からのリターンはなく、観測孔以外からのトレーサー浸出も認められなかった。この試験結果を図-4.3.9および表-4.3.5に示す。また、位置関係を含め、亀裂の状況とトレーサー試験結果を合わせて図-4.3.10に示す。

また、ウラニンの注入における岩体下面での浸出位置は、観測孔口元位置より0.7m~0.9m位置で最も多く、先のブリリアントブルーの注入結果と考え合わせると、図の右上より左下の方向にチャンネルの存在が予想された。ウラニンの注入結果を図-4.3.11に示す。

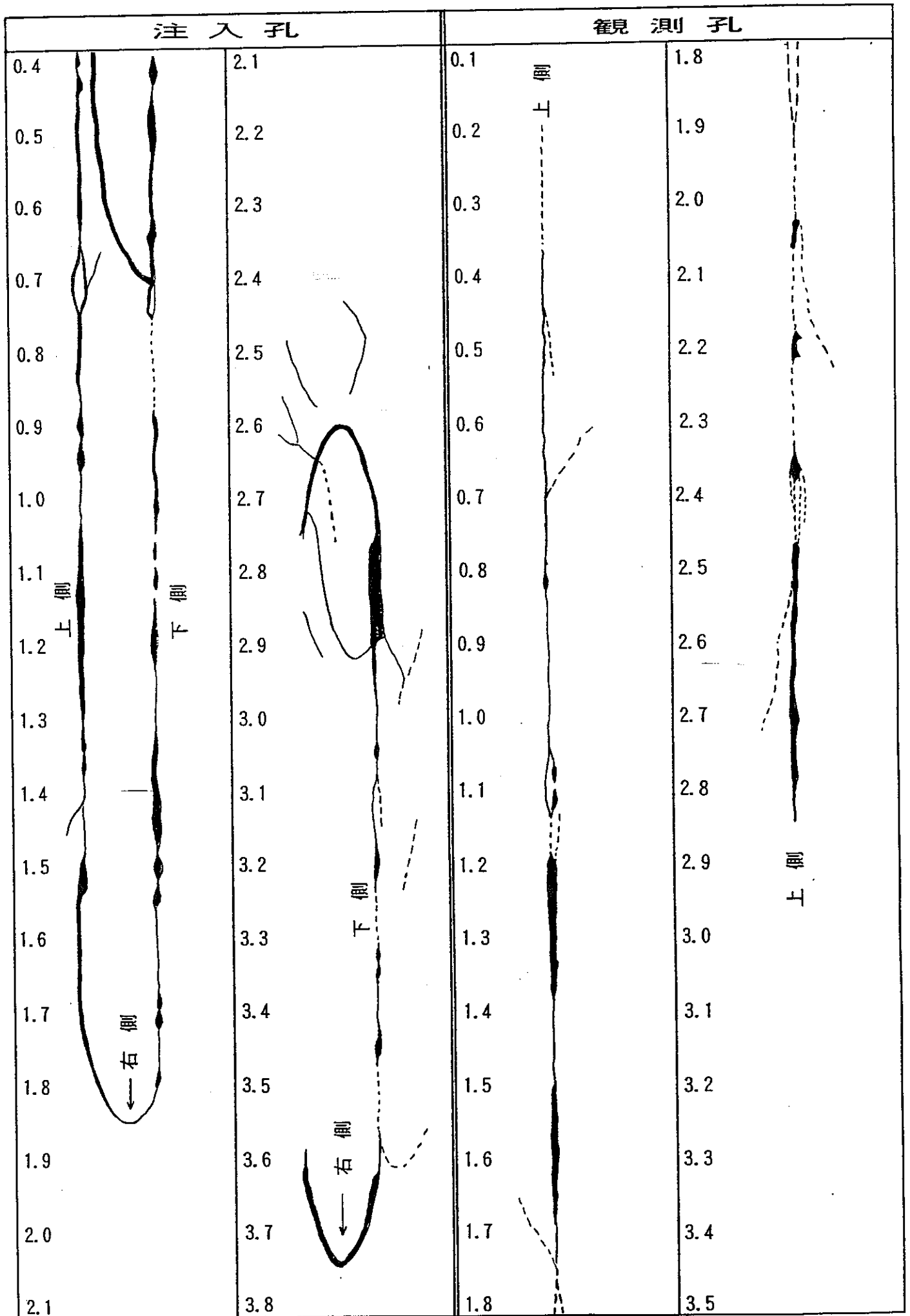


図-4.3.1 注入孔・観測孔における亀裂の状況

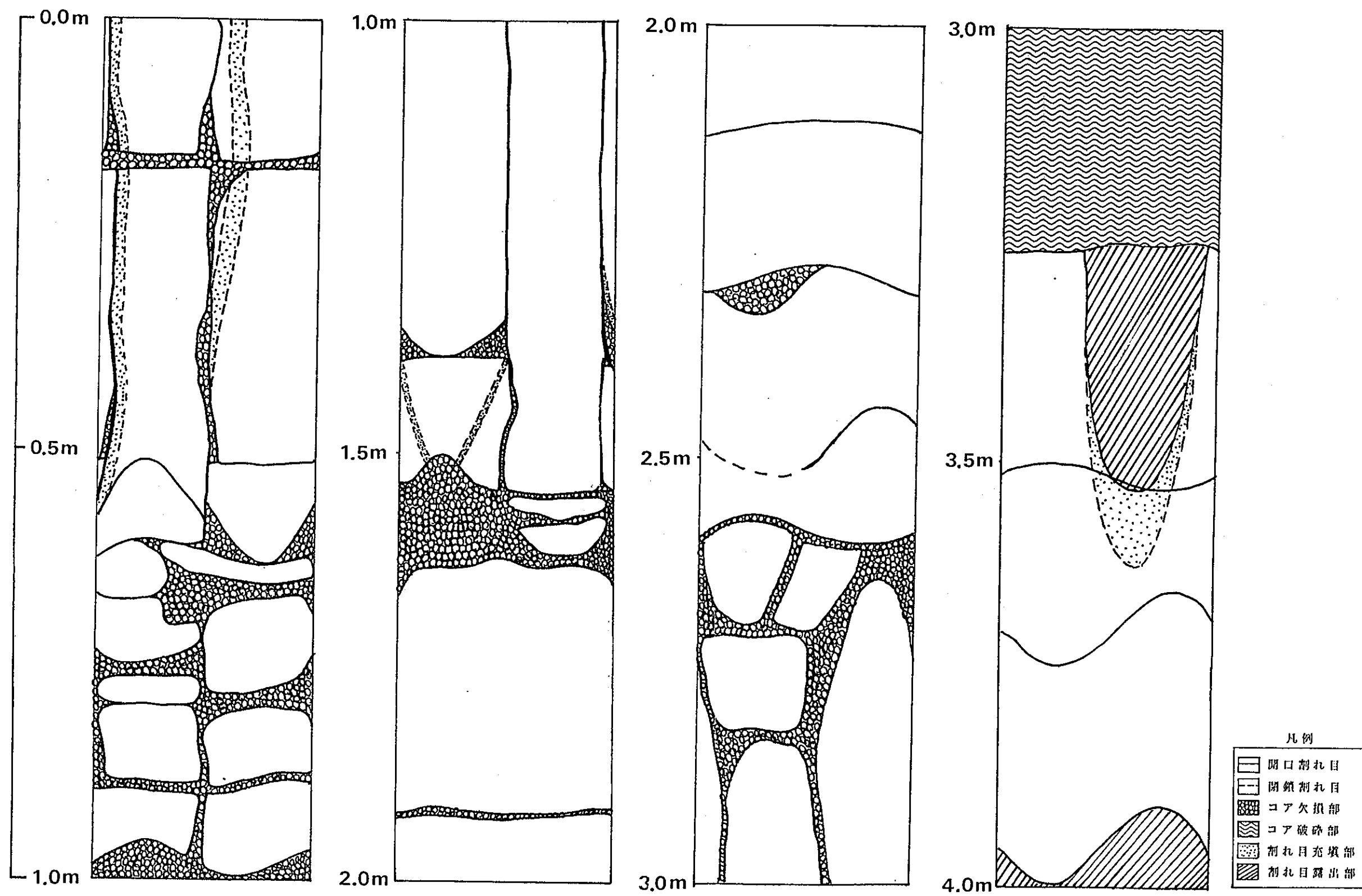
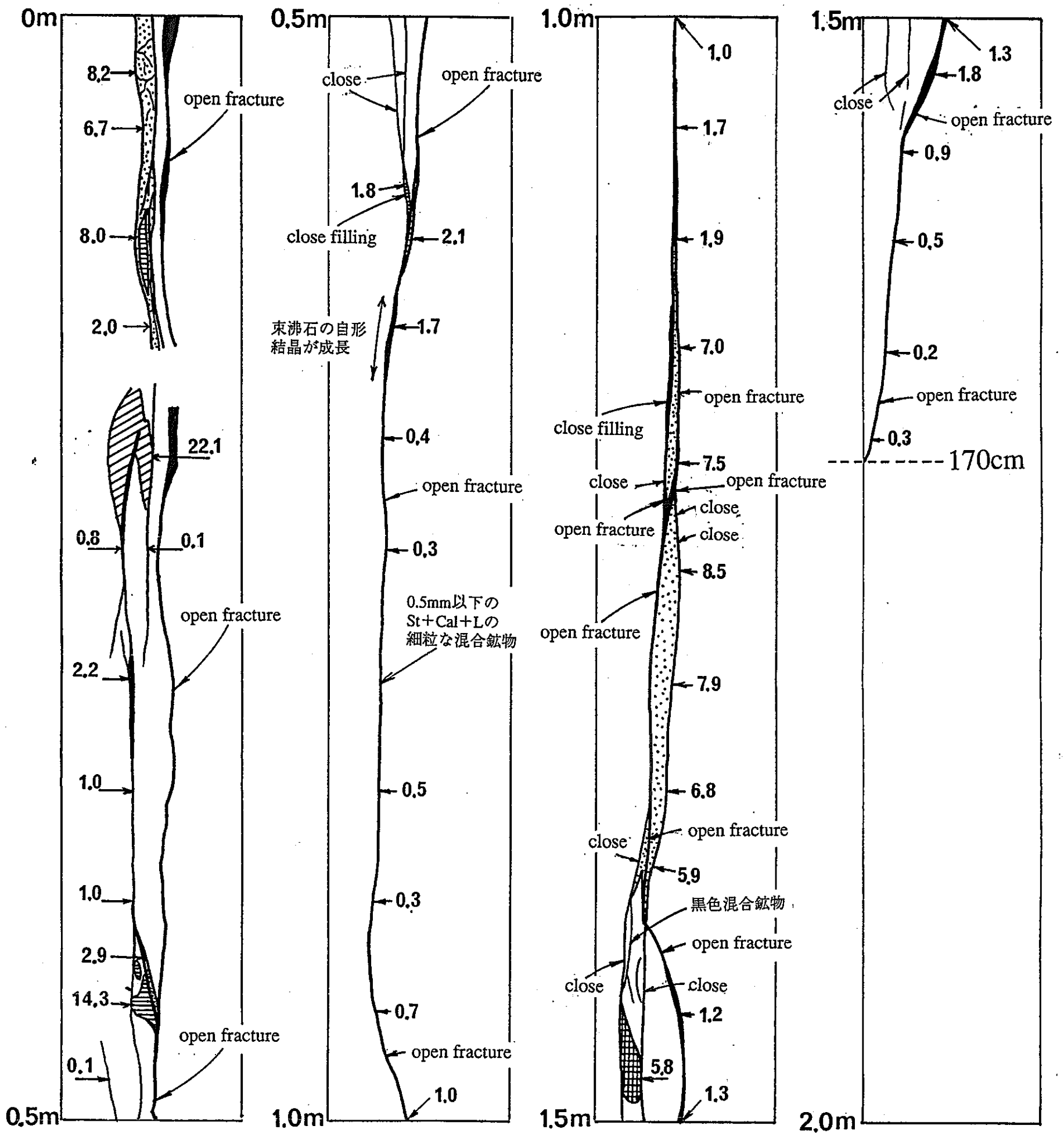


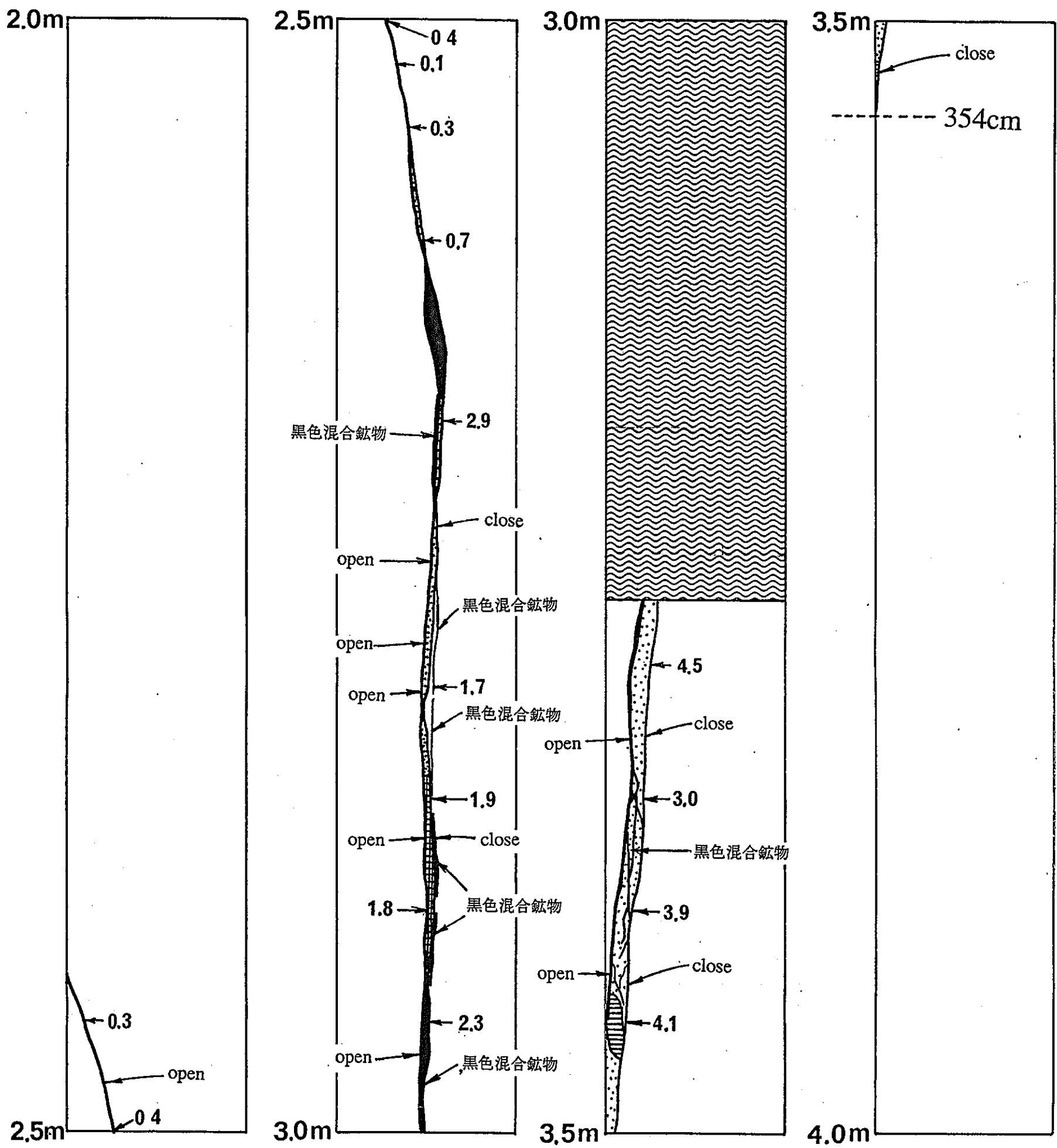
図-4.3.2 注入孔コア展開図



注) 図中の数字は開口幅もしくは
充填幅で単位は mm

Scale 1/2

図-4.3.3 注入孔コア状況図 (その1)



注) 図中の数字は開口幅もしくは
充填幅で単位は mm

Scale 1/2

凡例

	コア欠損部
	方解石+東沸石+濁沸石
	方解石
	濁沸石
	方解石+綠糜石

図-4.3.4 注入孔コア状況図 (その2)

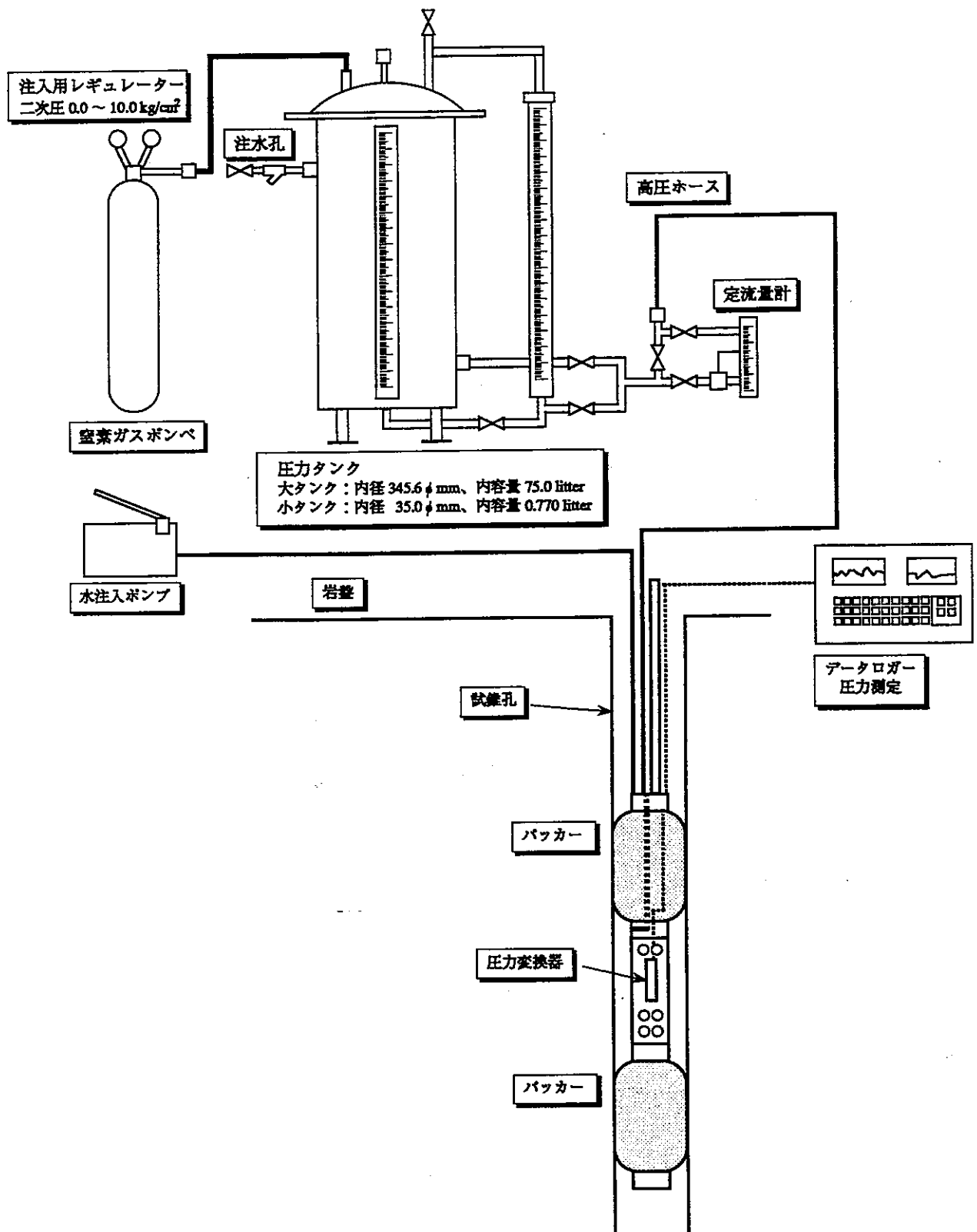


図-4.3.5 試験装置概念図

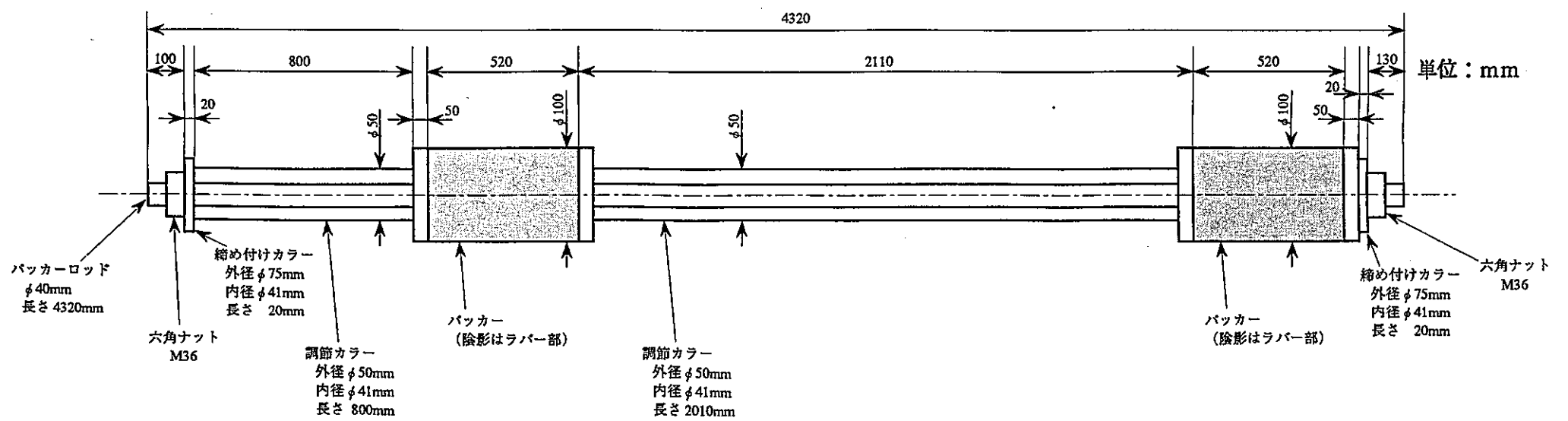
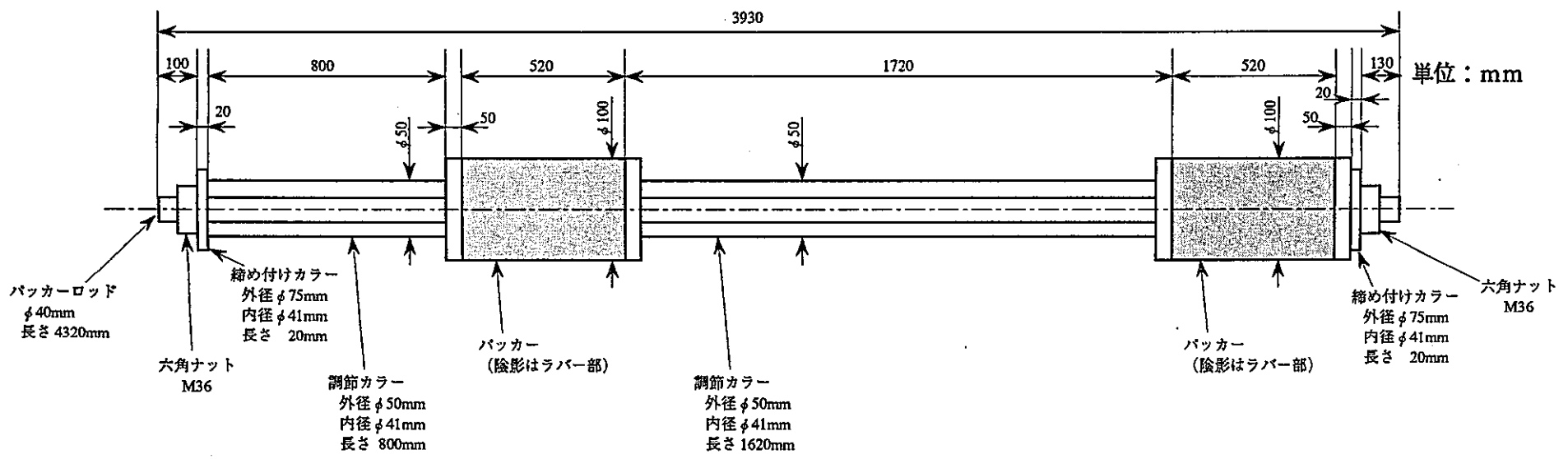
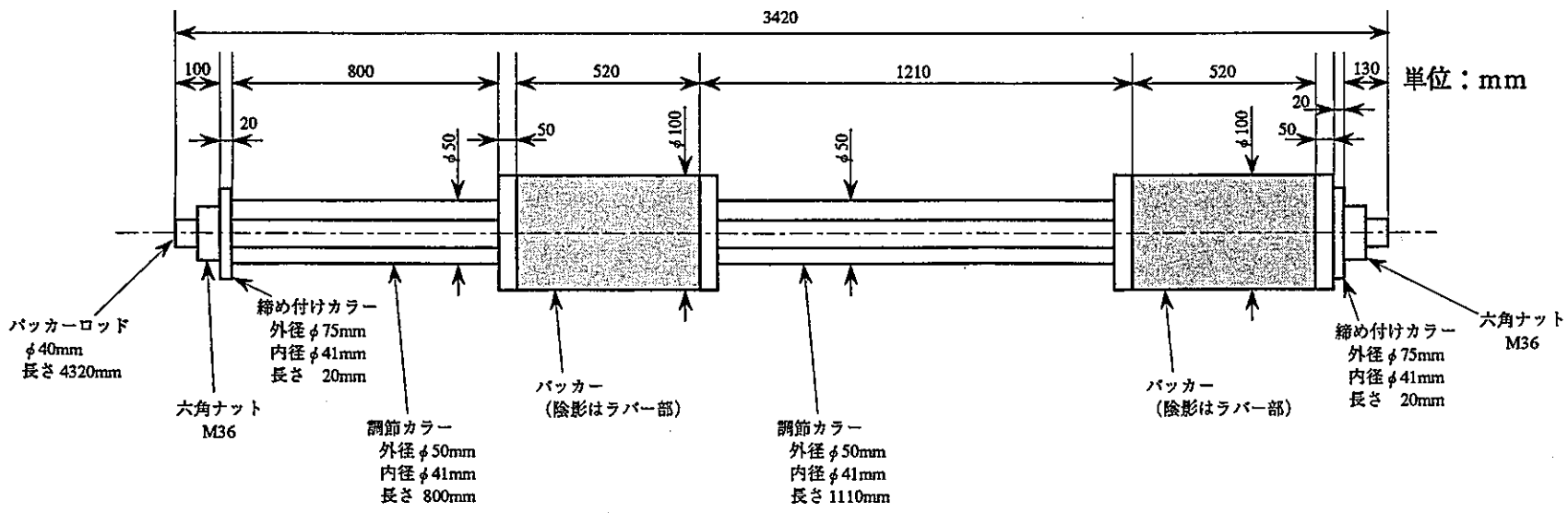


図-4.3.6 ダブルパッカー構造図

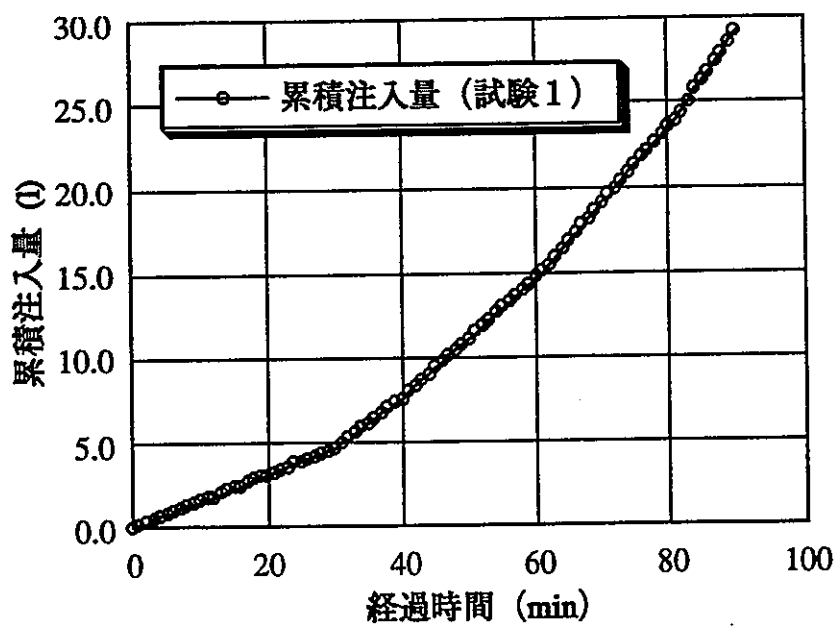
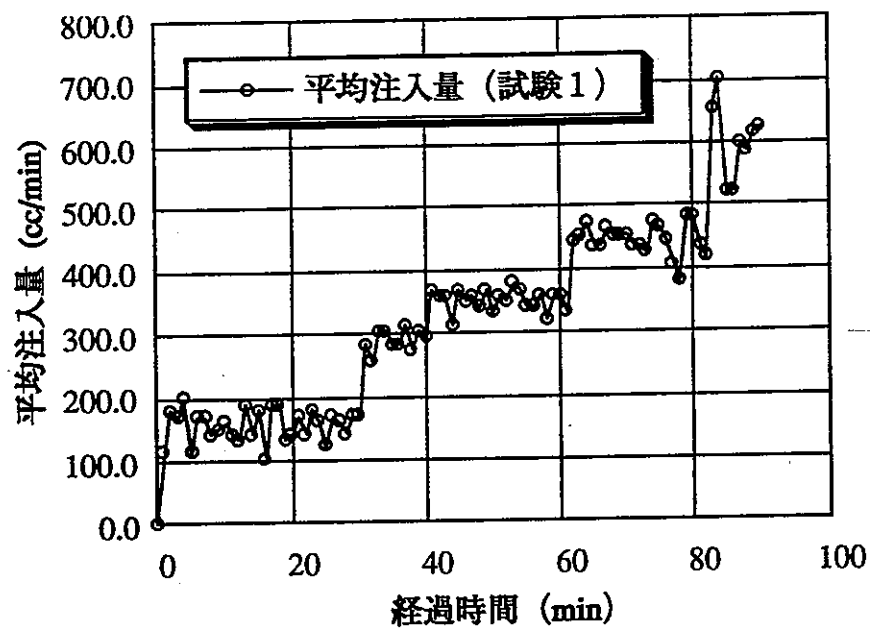
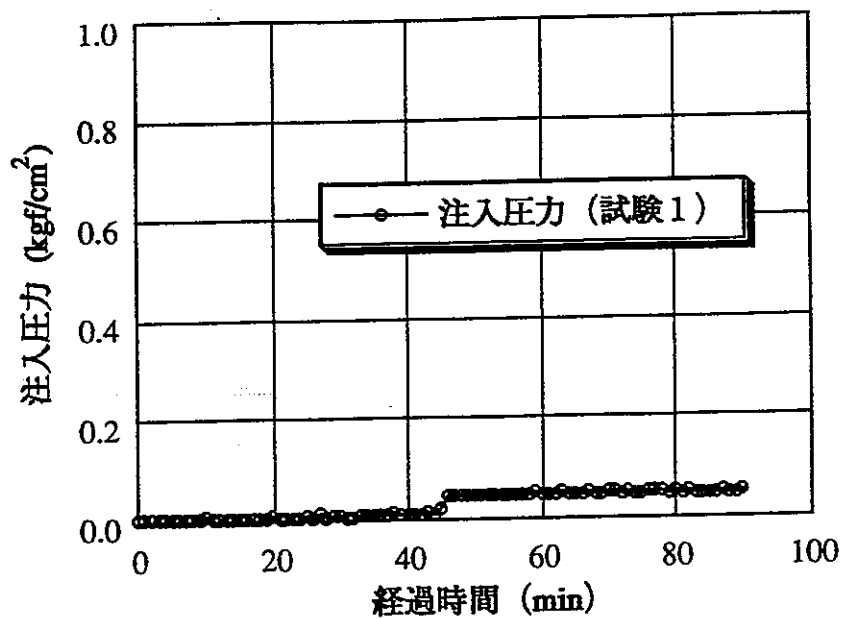


図-4.3.7 注入試験1の注入圧と注入量

試験結果 1

水注入
 注入区間 72.0~193.0cm
 パッカー圧 10.0kgf/cm²

表-4.3.2 注入試験1の注入経過

測定時間	経過時間(分)	タンク種別	タンク水位(mm)	累積注入量(l)	平均注入量(cc/min)	ポンベ圧力(kgf/cm ²)	注入圧力(kgf/cm ²)	観測孔湧水(cc/min)	その他特記事項
15:30	0	大+小	776.0	0.000	0.0	0.9	0.0000		
31	1	大+小	774.8	0.114	113.7	0.9	0.0000		
32	2	大+小	772.9	0.294	180.0	0.9	0.0000		
33	3	大+小	771.1	0.464	170.6	0.9	0.0000		
34	4	大+小	769.0	0.663	199.0	0.9	0.0000		
35	5	大+小	767.8	0.777	113.7	0.9	0.0000		
36	6	大+小	766.0	0.948	170.6	0.9	0.0000		
37	7	大+小	764.2	1.118	170.6	0.9	0.0000		
38	8	大+小	762.7	1.260	142.1	0.9	0.0000		
39	9	大+小	761.1	1.412	151.6	0.9	0.0000		
40	10	大+小	759.4	1.573	161.1	0.9	0.0057		
41	11	大+小	757.9	1.715	142.1	0.9	0.0000		
42	12	大+小	756.5	1.848	132.7	0.9	0.0000		
43	13	大+小	754.5	2.037	189.5	0.9	0.0000		
44	14	大+小	753.0	2.180	142.1	0.9	0.0000		
45	15	大+小	751.1	2.360	180.0	0.9	0.0000		
46	16	大+小	750.0	2.464	104.2	0.9	0.0000		
47	17	大+小	748.0	2.653	189.5	0.9	0.0000		
48	18	大+小	746.0	2.843	189.5	0.9	0.0000		
49	19	大+小	744.6	2.976	132.7	0.9	0.0000		
50	20	大+小	743.1	3.118	142.1	0.9	0.0057		
51	21	大+小	741.3	3.288	170.6	0.9	0.0000		
52	22	大+小	739.8	3.430	142.1	0.9	0.0000		
53	23	大+小	737.9	3.610	180.0	0.9	0.0000		
54	24	大+小	736.2	3.772	161.1	0.9	0.0000		
55	25	大+小	734.9	3.895	123.2	0.9	0.0057		
56	26	大+小	733.1	4.065	170.6	0.9	0.0000		
57	27	大+小	731.4	4.226	161.1	0.9	0.0114		
58	28	大+小	729.9	4.369	142.1	0.9	0.0000		
59	29	大+小	728.1	4.539	170.6	0.9	0.0057		
16:00	30	大+小	726.3	4.710	170.6	0.9	0.0057		
1	31	大+小	723.3	4.994	284.3	1.7	0.0000		
2	32	大+小	720.6	5.250	255.9	1.7	0.0000		
3	33	大+小	717.4	5.553	303.2	1.7	0.0057		
4	34	大+小	714.2	5.856	303.2	1.7	0.0057		
5	35	大+小	711.2	6.141	284.3	1.7	0.0057		
6	36	大+小	708.2	6.425	284.3	1.7	0.0057		
7	37	大+小	704.9	6.738	312.7	1.7	0.0057		
8	38	大+小	702.0	7.012	274.8	1.7	0.0114		
9	39	大+小	698.8	7.316	303.2	1.7	0.0057		
10	40	大+小	695.7	7.609	293.8	1.7	0.0057		
11	41	大+小	691.8	7.979	369.6	2.4	0.0057		注入水リターン
12	42	大+小	688.0	8.339	360.1	2.4	0.0057		*パッカーのエア抜きから
13	43	大+小	684.2	8.699	360.1	2.4	0.0114		
14	44	大+小	680.9	9.012	312.7	2.4	0.0057		
15	45	大+小	677.0	9.381	369.6	2.4	0.0172		
16	46	大+小	673.3	9.732	350.6	2.4	0.0459		

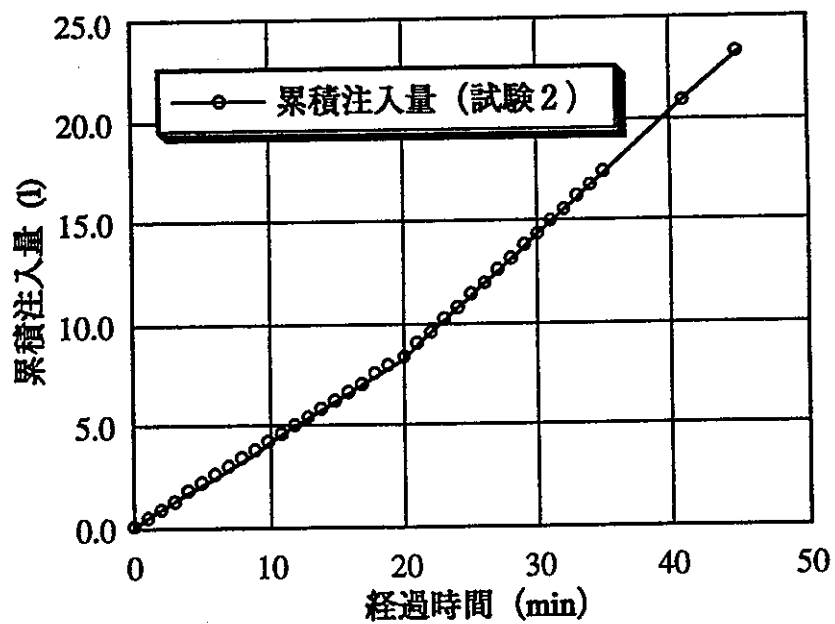
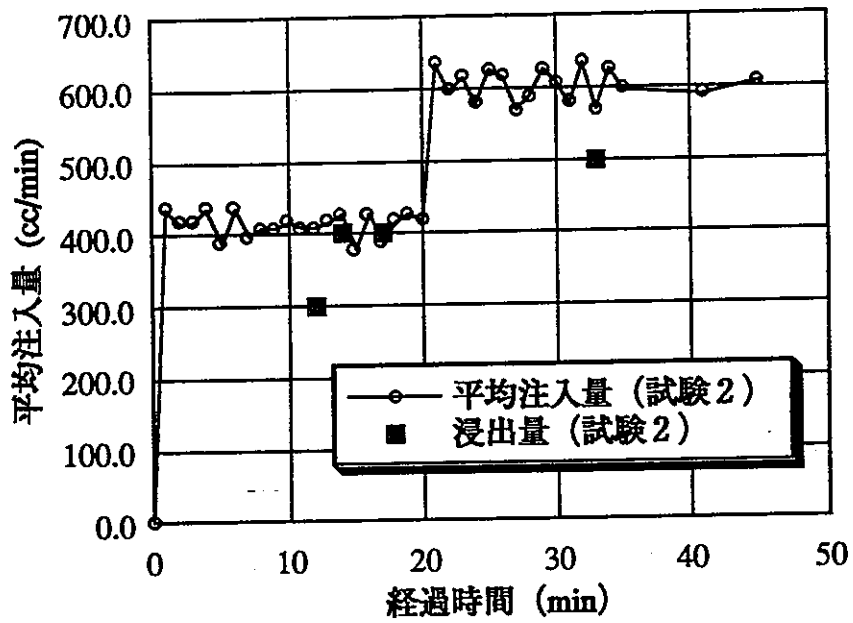
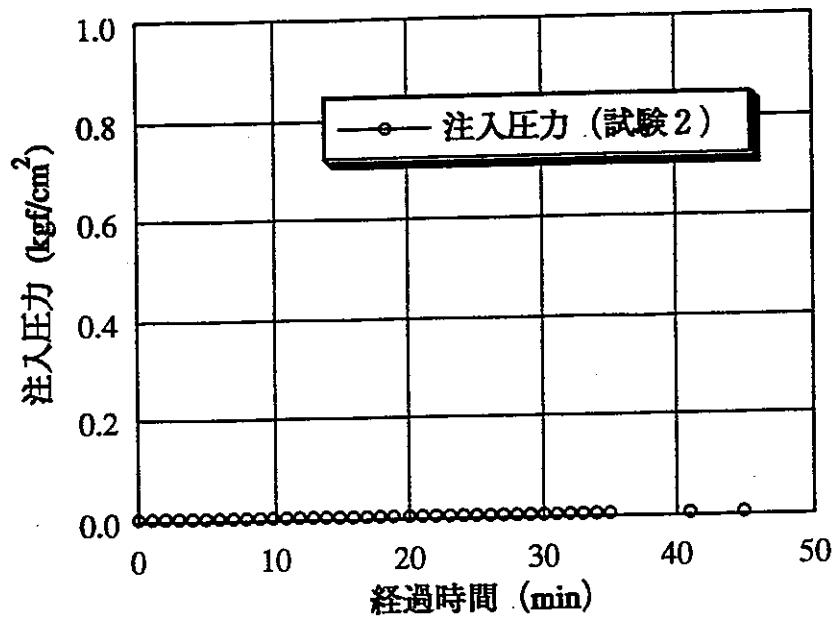


図-4.3.8 注入試験2の注入圧と注入量

試験結果 2

水注入

注入区間 99.0~310.0cm

注入前観測孔湧水量 1800cc/min

バッカー圧 10.0kgf/cm²

表-4.3.3 注入試験 2 の注入経過 (その1)

測定時間	経過時間 (分)	タンク種別	タンク水位(mm)	累積注入量(l)	平均注入量(cc/min)	ポンベ圧力(kgf/cm ²)	注入圧力(kgf/cm ²)	観測孔湧水(cc/min)	その他特記事項
18:30	0	大+小	739.0	0.000	0.0	3.0	0.0000		
31	1	大+小	734.4	0.436	435.9	3.0	0.0000		
32	2	大+小	730.0	0.853	417.0	3.0	0.0000		
33	3	大+小	725.6	1.270	417.0	3.0	0.0000		
34	4	大+小	721.0	1.706	435.9	3.0	0.0000		
35	5	大+小	716.9	2.094	388.5	3.0	0.0000		
36	6	大+小	712.3	2.530	435.9	3.0	0.0000		
37	7	大+小	708.1	2.928	398.0	3.0	0.0000		
38	8	大+小	703.8	3.336	407.5	3.0	0.0000		
39	9	大+小	699.5	3.743	407.5	3.0	0.0000		
40	10	大+小	695.1	4.160	417.0	3.0	0.0000		
41	11	大+小	690.8	4.568	407.5	3.0	0.0000		
42	12	大+小	686.5	4.975	407.5	3.0	0.0000	2100.0	浸出の様子がない
43	13	大+小	682.1	5.392	417.0	3.0	0.0000		
44	14	大+小	677.6	5.818	426.4	3.0	0.0000	2200.0	浸出の様子がない
45	15	大+小	673.6	6.197	379.0	3.0	0.0000		
46	16	大+小	669.1	6.624	426.4	3.0	0.0000		
47	17	大+小	665.0	7.012	388.5	3.0	0.0000	2200.0	浸出の様子がない
48	18	大+小	660.6	7.429	417.0	3.0	0.0000		
49	19	大+小	656.1	7.856	426.4	3.0	0.0000		
50	20	大+小	651.7	8.273	417.0	5.3	0.0000		
51	21	大+小	645.0	8.908	634.9	5.3	0.0000		
52	22	大+小	638.7	9.505	597.0	5.3	0.0000		
53	23	大+小	632.2	10.121	616.0	5.3	0.0000		
54	24	大+小	626.1	10.699	578.0	5.3	0.0000		
55	25	大+小	619.5	11.324	625.4	5.3	0.0000		
56	26	大+小	613.0	11.940	616.0	5.3	0.0000		
57	27	大+小	607.0	12.509	568.6	5.3	0.0000		
58	28	大+小	600.8	13.096	587.5	5.3	0.0000		
59	29	大+小	594.2	13.722	625.4	5.3	0.0000		
19:00	30	大+小	587.8	14.328	606.5	5.3	0.0000		
1	31	大+小	581.7	14.906	578.0	5.3	0.0000		
2	32	大+小	575.0	15.541	634.9	5.3	0.0000		
3	33	大+小	569.0	16.110	568.6	5.3	0.0000	2300.0	浸出の様子がない
4	34	大+小	562.4	16.735	625.4	5.3	0.0000		
5	35	大+小	556.1	17.332	597.0	5.3	0.0000		
11	41	大+小	518.8	20.867	589.1	5.3	0.0000		
15	45	大+小	493.2	23.292	606.5	5.3	0.0000		

表-4.3.4 注入試験2の注入経過 (その2)

17	47	大+小	669.5	10.092	360.1	2.4	0.0459
18	48	大+小	665.9	10.433	341.1	2.4	0.0459
19	49	大+小	662.0	10.803	369.6	2.4	0.0459
20	50	大+小	658.5	11.135	331.7	2.4	0.0459
21	51	大+小	654.7	11.495	360.1	2.4	0.0459
22	52	大+小	651.0	11.845	350.6	2.4	0.0459
23	53	大+小	647.0	12.224	379.0	2.4	0.0459
24	54	大+小	643.1	12.594	369.6	2.4	0.0459
25	55	大+小	639.5	12.935	341.1	2.4	0.0459
26	56	大+小	635.9	13.276	341.1	2.4	0.0459
27	57	大+小	632.1	13.636	360.1	2.4	0.0459
28	58	大+小	628.7	13.958	322.2	2.4	0.0459
29	59	大+小	624.9	14.319	360.1	2.4	0.0516
30	60	大+小	621.1	14.679	360.1	2.4	0.0459
31	61	大+小	617.6	15.010	331.7	2.4	0.0459
32	62	大+小	612.9	15.456	445.4	3.3	0.0459
33	63	大+小	608.1	15.911	454.9	3.3	0.0516
34	64	大+小	603.1	16.384	473.8	3.3	0.0459
35	65	大+小	598.5	16.820	435.9	3.3	0.0459
36	66	大+小	593.9	17.256	435.9	3.3	0.0459
37	67	大+小	589.0	17.720	464.3	3.3	0.0516
38	68	大+小	584.2	18.175	454.9	3.3	0.0459
39	69	大+小	579.4	18.630	454.9	3.3	0.0459
40	70	大+小	574.6	19.085	454.9	3.3	0.0516
41	71	大+小	570.0	19.521	435.9	3.3	0.0516
42	72	大+小	565.4	19.957	435.9	3.3	0.0459
43	73	大+小	560.9	20.383	426.4	3.3	0.0516
44	74	大+小	555.9	20.857	473.8	3.3	0.0459
45	75	大+小	551.0	21.321	464.3	3.3	0.0459
46	76	大+小	546.3	21.767	445.4	3.3	0.0516
47	77	大+小	542.0	22.174	407.5	3.3	0.0516
48	78	大+小	538.0	22.553	379.0	3.3	0.0516
49	79	大+小	532.9	23.037	483.3	3.3	0.0459
50	80	大+小	527.8	23.520	483.3	3.3	0.0516
51	81	大+小	523.2	23.956	435.9	3.3	0.0459
52	82	大+小	518.8	24.373	417.0	3.3	0.0516
53	83	大+小	511.9	25.027	653.9	5.2	0.0459
54	84	大+小	504.5	25.728	701.2	5.2	0.0459
55	85	大+小	499.0	26.249	521.2	5.2	0.0459
56	86	大+小	493.5	26.770	521.2	5.2	0.0459
57	87	大+小	487.2	27.367	597.0	5.2	0.0516
58	88	大+小	481.0	27.955	587.5	5.2	0.0459
59	89	大+小	474.5	28.571	616.0	5.2	0.0459
17:00	90	大+小	467.9	29.196	625.4	5.2	0.0516

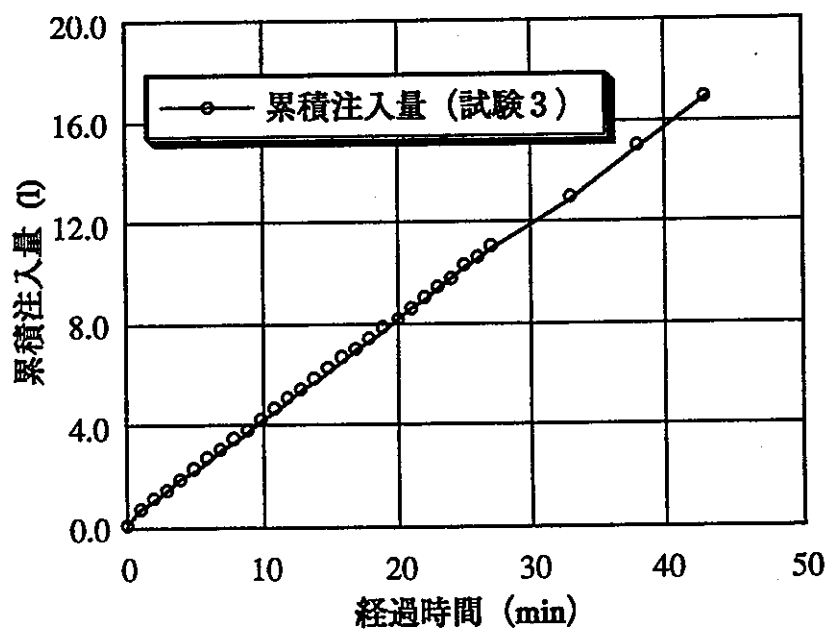
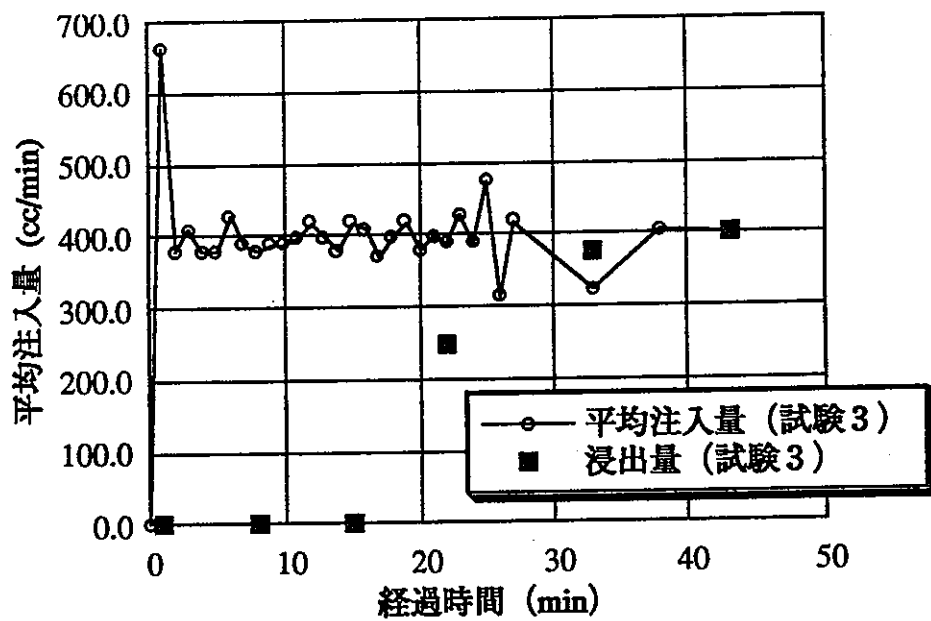
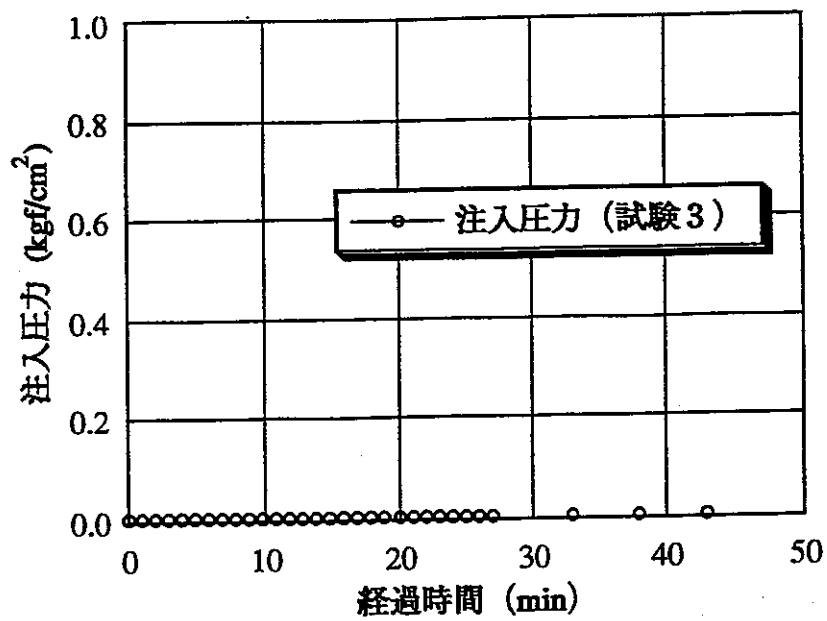


図-4.3.9 トレーサー試験の注入圧と注入量

試験結果 3

トレーサー注入
 注入区間 72.0~244.0cm
 注入前観測孔湧水量 1800cc/min
 パッカー圧 10.0kgf/cm²

表-4.3.5 トレーサー試験の注入経過

測定時間	経過時間 (分)	タンク種別	タンク水位(mm)	累積注入量(l)	平均注入量(cc/min)	ポンベ圧力(kgf/cm ²)	注入圧力(kgf/cm ²)	観測孔湧水(cc/min)	その他特記事項
13:33	0	大+小	790.0	0.000	0.0	3.0	0.0000		
34	1	大+小	783.0	0.663	663.3	3.0	0.0000	1800.0	浸出の様子がない
35	2	大+小	779.0	1.042	379.0	3.0	0.0000		
36	3	大+小	774.7	1.450	407.5	3.0	0.0000		
37	4	大+小	770.7	1.829	379.0	3.0	0.0000		
38	5	大+小	766.7	2.208	379.0	3.0	0.0000		
39	6	大+小	762.2	2.634	426.4	3.0	0.0000		
40	7	大+小	758.1	3.023	388.5	3.0	0.0000		
41	8	大+小	754.1	3.402	379.0	3.0	0.0000	1800.0	浸出の様子がない
42	9	大+小	750.0	3.790	388.5	3.0	0.0000		* 観測孔口元から 126,136cm の位置でトレーサー浸出 浸出量はにじむ程度
43	10	大+小	745.9	4.179	388.5	3.0	0.0000		
44	11	大+小	741.7	4.577	398.0	3.0	0.0000		
45	12	大+小	737.3	4.994	417.0	3.0	0.0000		
46	13	大+小	733.1	5.392	398.0	3.0	0.0000		
47	14	大+小	729.1	5.771	379.0	3.0	0.0000		
48	15	大+小	724.7	6.188	417.0	3.0	0.0000	1800.0	浸出の様子がない
49	16	大+小	720.4	6.595	407.5	3.0	0.0000		
50	17	大+小	716.5	6.965	369.6	3.0	0.0000		
51	18	大+小	712.3	7.363	398.0	3.0	0.0000		* 観測孔で 湧水にトレーサー混入
52	19	大+小	707.9	7.780	417.0	3.0	0.0000		
53	20	大+小	703.9	8.159	379.0	3.0	0.0000		
54	21	大+小	699.7	8.557	398.0	3.0	0.0000		
55	22	大+小	695.6	8.946	388.5	3.0	0.0000	2050.0	トレーサー混じり
56	23	大+小	691.1	9.372	426.4	3.0	0.0000		
57	24	大+小	687.0	9.760	388.5	3.0	0.0000		
58	25	大+小	682.0	10.234	473.8	3.0	0.0000		
59	26	大+小	678.7	10.547	312.7	3.0	0.0000		
14:00	27	大+小	674.3	10.964	417.0	3.0	0.0000		
5	33	大+小	653.9	12.897	322.2	3.0	0.0000	2175.0	トレーサー混じり
10	38	大+小	632.6	14.916	403.7	3.0	0.0000		* 14:02 観測孔で浸出した トレーサーが広がり始める
15	43	大+小	611.5	16.915	399.9	3.0	0.0000	2200.0	トレーサー混じり

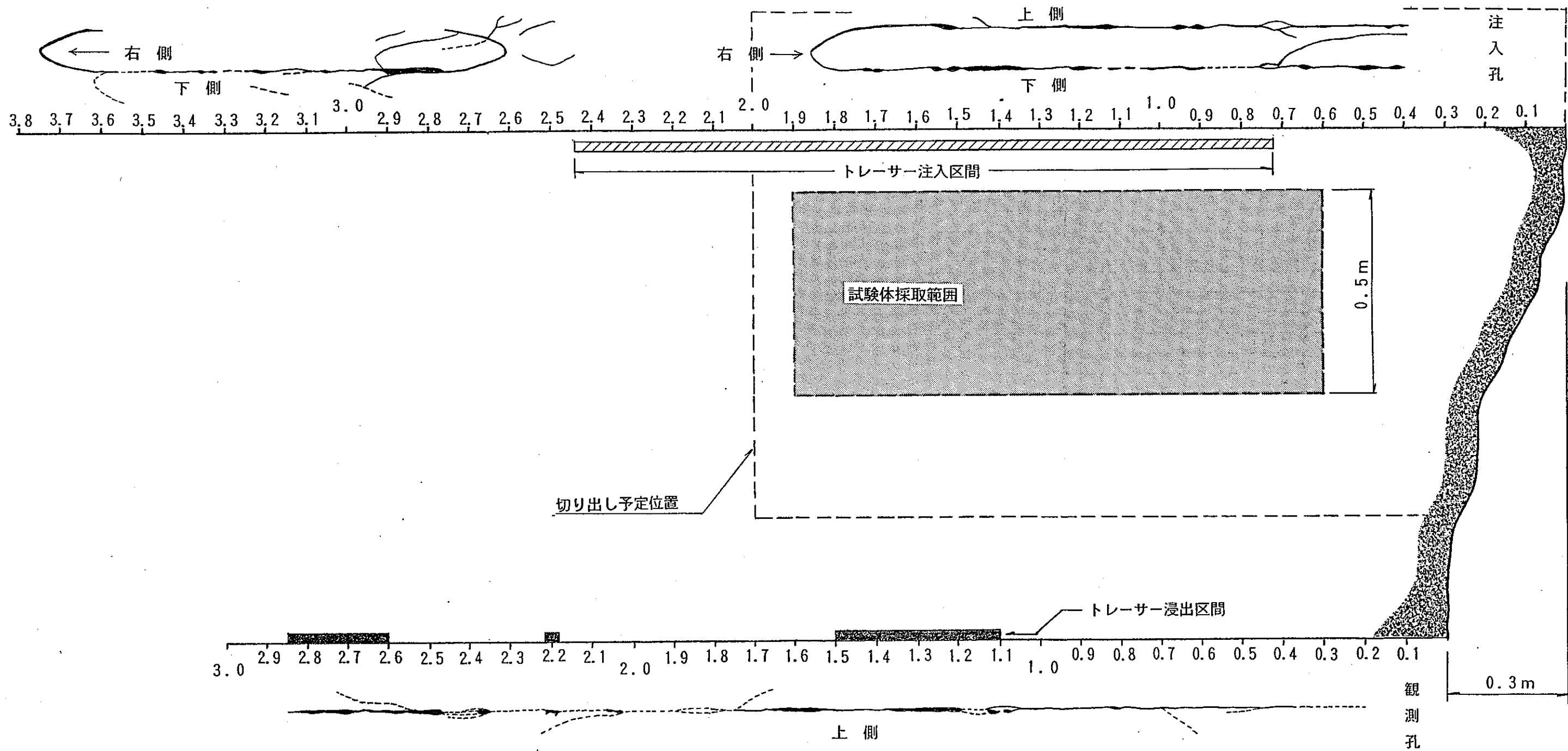


図-4.3.10 亀裂の状況とトレーサー試験（ブリリアントブルー）結果の位置関係

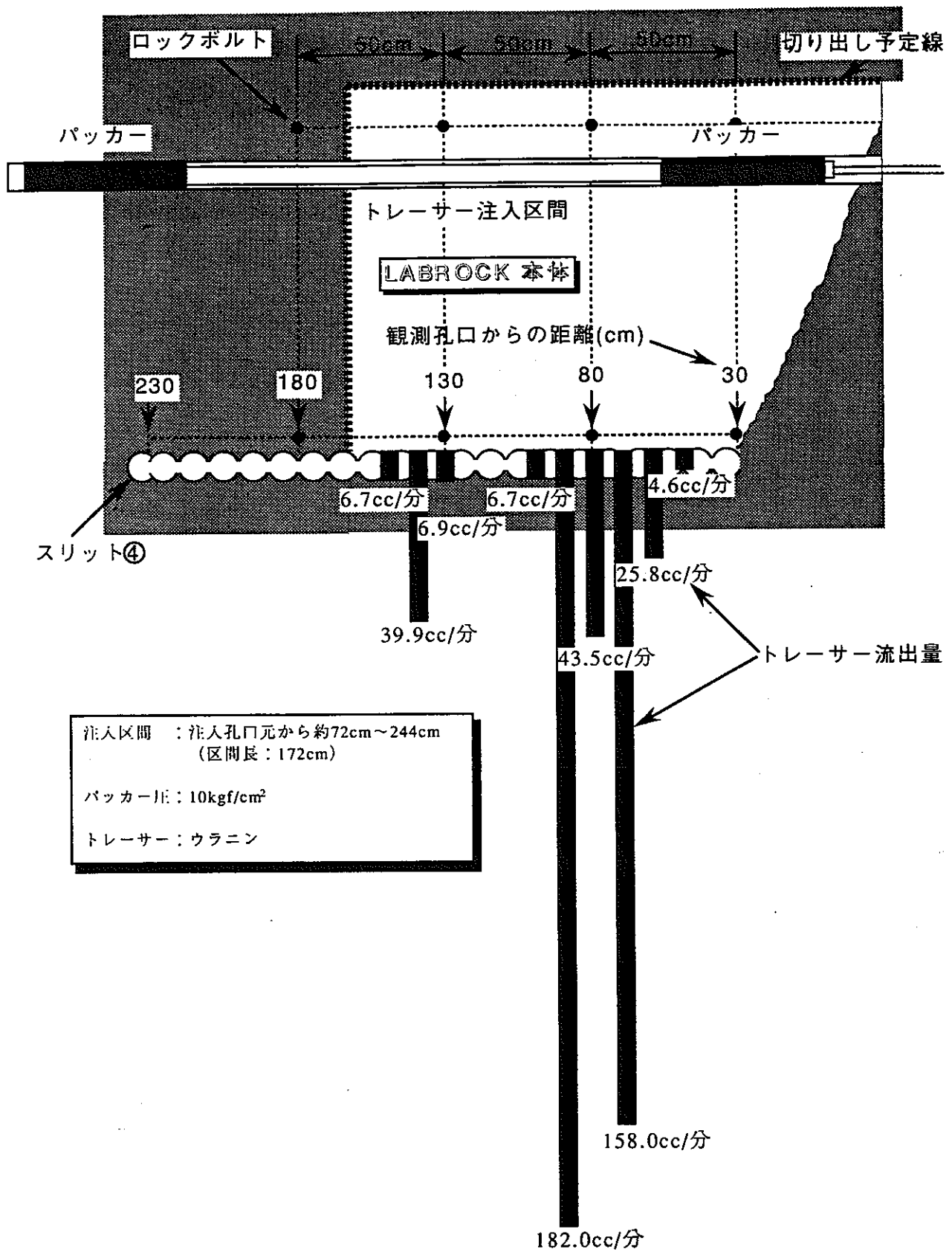


図-4.3.11 トレーサー試験 (ウラニン) 結果

5. 岩体の切り出し

5.1 工法の選定

一般に岩盤を切断・破砕可能な工法とそれらの評価は、表-5.1.1に示すようなものである。

表-5.1.1 岩体切り出し工法の比較

項目 \ 工法	ワイヤー ソー	ウォーター ジェット	ブレード カッター	連続 コア	スロット ドリリング	火炎 ジェット	炸药 アーク	レーザー	発破	膨圧
試験体に与える衝撃	○	○	○	○	○	○	○	○	×	×
高温の影響 (温度応力)	○	○	○	○	○	×	×	×	○	○
乾式の切断	×	×	×	△	○	○	○	○	○	○
切断能力	○	△	×	○	○	×	×	×	○	△
底部切断	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×
施工実績	△	△	○	○	○	×	×	×	○	○
施工性	○	○	△	○	○	△	△	△	○	○
安全性	△	△	△	○	○	△	△	△	△	○
経済性	△	△	○	○	○	×	×	×	○	○
総合評価	○	○	△	○	○	×	×	×	△	△

表の総合評価欄において○のついた4工法をさらに乾式切断の容易性、施工性、経済性において比較評価した結果、スロットドリリングを採用する事とした。なお、亀裂固定措置としてロックボルトを打設する必要から、切り出し部分の側部を発破にて拡幅掘削する事とした。

5.2 施工概要

切り出し対象亀裂周辺の坑道拡幅箇所および岩体切り出しの方法の概要を図-5.2.1と図-5.2-2に示す。図に示した概要を順を追って以下に述べる。

(1) A部掘削

この箇所は所定の切り出し寸法および作業スペースを確保するために発破を行う領域であり、坑道天盤0.7mを掘削した。なお、発破作業に当たって必要となった防護処置を講じた。

(2) スリット①削孔

B部掘削における発破作業から切り出し岩体を保護するために実施する。削孔は坑道側壁から対象亀裂面と平行に行い、削岩機械にて孔径54.0mm、孔長3.5mのラインドリリングを実施した。なお、削孔は湿式によるものとし、スリットの下端は削岩機で削孔可能な位置まで行った。削孔には、大成鑿岩機械株式会社製のKH-80形ディープホールドリルを用いた。その仕様を表-5.2.1に示す。

表-5.2.1 KH-80形ディープホールドリルの仕様

重量	全長×高	シリンダー径	ハンマー		打撃数	回転数	空気消費量
			ストローク mm	重量 kg			
kg	mm	mm			N/min	rpm	m ³ /min
80	780×195	114.3	92	6.53	1600	280	7.7

(3) スリット②削孔

スリット②（湿式、孔径 54.0m、孔長 2.6m）は切り出し作業の一部であるが、発破掘削側にあるので、発破衝撃による亀裂発生を防止するため、上下にハネ出し部を設ける。これは、スリット①とともに発破に対する二重の保護となる。なお、スリットの下端はスリット①と同様に、削岩機で削孔可能な位置まで行った。また、削孔は坑道側壁から対象亀裂面と平行に行った。

(4) B部掘削

この部分は、切り出し側面のスリット削孔、亀裂固定用ロックボルト削孔の作業スペース確保のため、発破によって掘削した。B部の発破規格を図-5.2.3に示す。図-5.2.3

に示すように、B部の発破は上部と下部に分けて6回発破を行った。なお、発破に際しては、切り出し岩体に隣接することに対する十分な配慮を行った。

(5) C部堀削

スリット削工、ロックボルト打設等を拡幅したB部側から行うことを考えると、C部の領域が細い柱のような状態で残っているのは非常に危険である。したがって、C部も少量の薬量で発破によって除去した。なお、穿孔・装薬は拡幅したB部側から行い、切り出した岩体に衝撃を与えないよう十分配慮した。

(6) 接着剤塗布

切り出し作業に先立ち対象亀裂に接着剤を塗布し、切り出し作業中を通じて対象亀裂の開口幅を監視する。接着剤としては、エポキシ樹脂系 GY260と硬化剤 HY956を混合したもの（株長瀬産業製）を用いた。

(7) ロックボルトによる固定

まず、亀裂固定用のロックボルトを打設するための、孔（孔径 36.0、孔長 0.9～1.0m）を8本削孔し、次に亀裂固定用のロックボルトを打設した。この配置を図-5.2.4に示す。ロックボルトは、全面接着型のレジンタイプである。

レジンカプセル : セルフィックスN φ32.0mm×500 速硬タイプ（株ケー・エフ・シー製）

ロックボルト : 異形棒鋼のD25×1.0m（株ケー・エフ・シー製）

(8) 切断用ボルト設置孔削孔

上述の亀裂固定用のロックボルトの配置では、整形時の側面の切断順序によっては岩体の固定が不可能である。したがって、図-5.2.4に示した位置にボルト固定用の孔を2本削孔し、引き出しの際に岩体の後ろ側に作業スペースができた時点でボルトで固定した。

(9) スリット④削孔

岩体の引き出しは、岩体の短辺方向に行う方が確実であり、スリット④もこの引き出し方向に合わせて発破によって拡幅した箇所から削孔（孔径 100.0mm、孔長 1.2m）した。こ

ここで、亀裂面と接触する削孔において湿式とした場合、濁水の浸入による異物の浸入や、亀裂内介在物およびトレーサー浸透跡の流出の可能性があるため、試験状態としては適当でない。したがって、このような状況を避けるために削孔は乾式とした。

なお、この事はスリット⑤、⑥も同様である。また、スリット削孔の進展とともに、岩体が不安定な状態になるのを防ぐために、スリット④削孔時にφ100.0mmの孔内に挿入可能な小型の油圧ジャッキ9本で岩体の受工を行った。

(10) スリット⑤削孔

発破によって拡張した箇所から削孔（乾式、孔径 54.0mm、孔長 1.2m）を行った。

(11) スリット③削孔

坑道壁面から対象亀裂面に平行に削孔（乾式、孔径 54.0mm、孔長 1.8m）を行った。

(12) スリット⑥削孔

発破によって拡張した箇所から削孔（乾式、孔径 54.0mm、孔長 1.2m）を行った。ここで、このスリットは岩体上部の最後のスリットであるため、岩体の端から順番にスリットを削孔していくと、岩体が不安定な状態になる危険性がある。したがって、まず亀裂固定用に打設したロックボルトの上部を3箇所（幅20cm程度）残して岩体の端から削孔し、その後柱として残した3箇所を、向かって左、右、真中の順番で削孔した。

(13) 引き出し準備工

搬出台車は引き出し位置直近まで近寄れないため、この間をつなぐ引き出し用ステージの組立てを行った。

(14) 引き出し

油圧ジャッキ設置孔の近傍の孔に摩擦低減用の鋼球（φ100.0mm、1孔に複数個）を設置した。さらに、台車までのガイドとして、鋼製パイプ（外径89.1mmで、孔尻から台車全体にわたる長さのもの）を8本設置した。これらの準備完了後、油圧ジャッキを除荷し、岩体の荷重を油圧ジャッキから鋼球に移し換え、岩体にワイヤーを大回しにかけて岩体の

荷重が鋼球より鋼製パイプに徐々に移行するように岩体を引き出した。岩体が切り出し位置より離れた時点で亀裂固定用ロックボルトの補強措置としてワイヤー2本にて岩体を固定した。岩体引き出しの状況を図-5.2.5に示す。

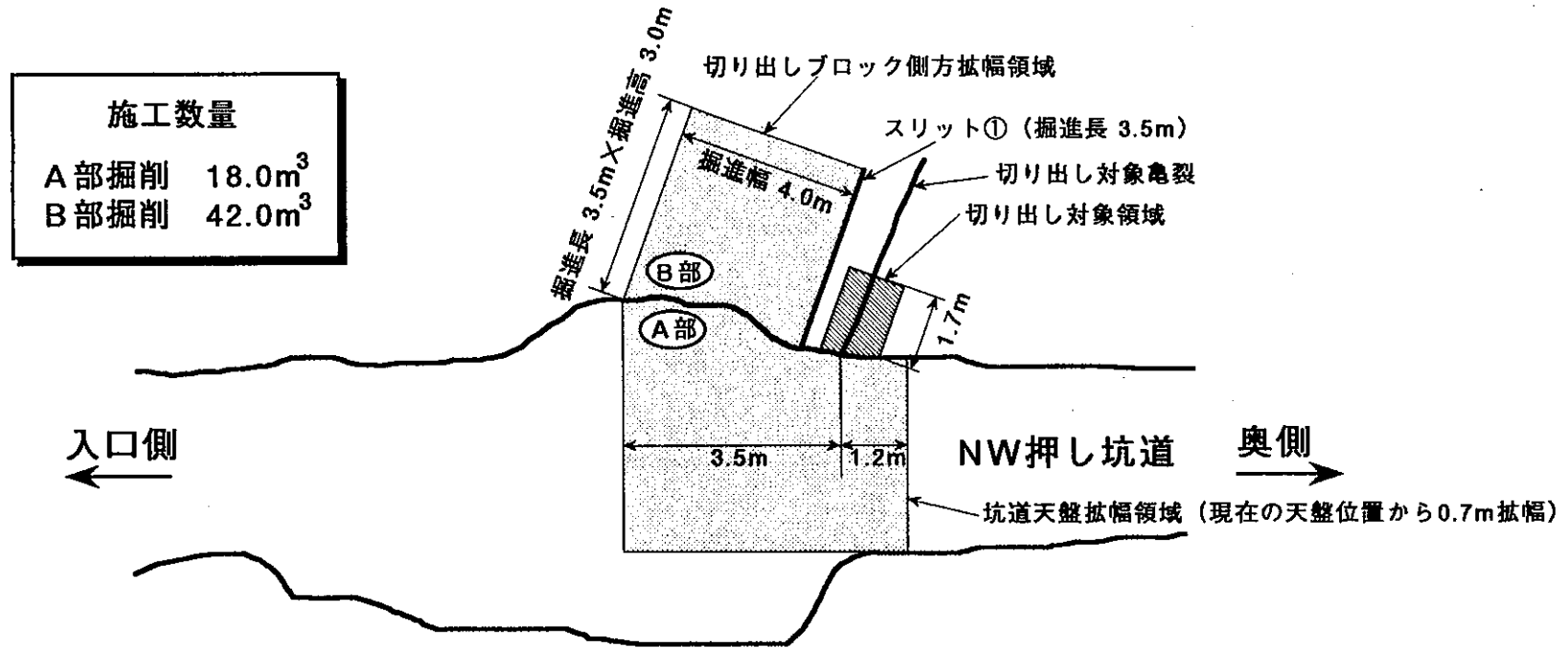
(15) 養生

対象亀裂表面に塗布した接着剤を観察した結果、塗布した接着剤に割れやひびは入っていなかった。したがって、切り出しおよび切り出した作業を通じて対象亀裂の開口幅は、見かけ上は初期状態を保っていたものと判断できるが、前述したように、この事は今後実施する放射流の透水試験によって再度定量的に確認する必要がある。

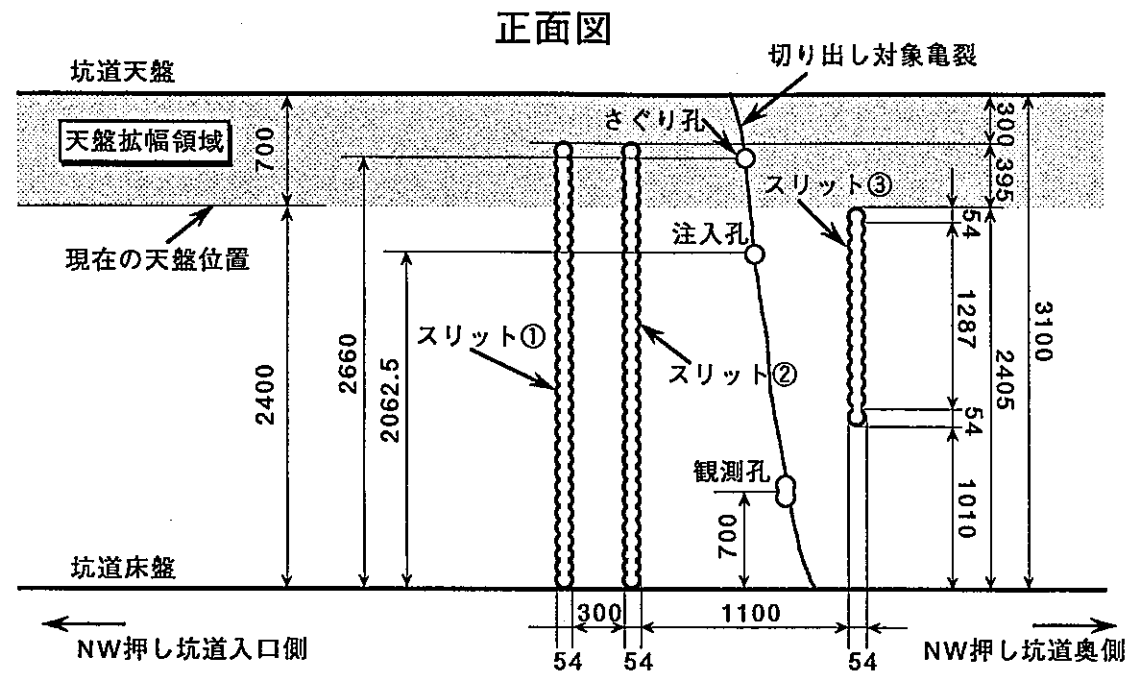
次に岩体表面の清掃を行い、岩体の全表面に乾燥防止のための樹脂を塗布するとともに、亀裂固定用ロックボルトおよびワイヤーの補強として、さらに鋼製バンドで岩体外周を固定した。さらに、輸送時の振動に対処するために、台車上に砂漕を置き、この上に岩体を設置した。亀裂および岩体の表面に塗布する接着剤としては、エポキシ樹脂系GY260と硬化剤HY956を混合したもの（株長瀬産業製）を用いた。

(16) 運搬

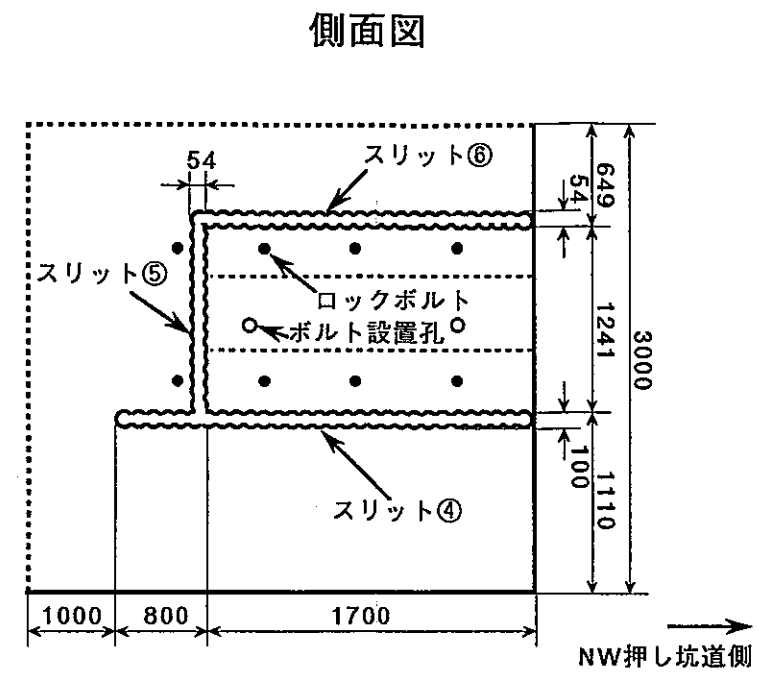
バッテリー式トロ台車にて坑外まで搬送し、クレーン車によりトラックに積み替えて試験体整形場所への輸送を行った。



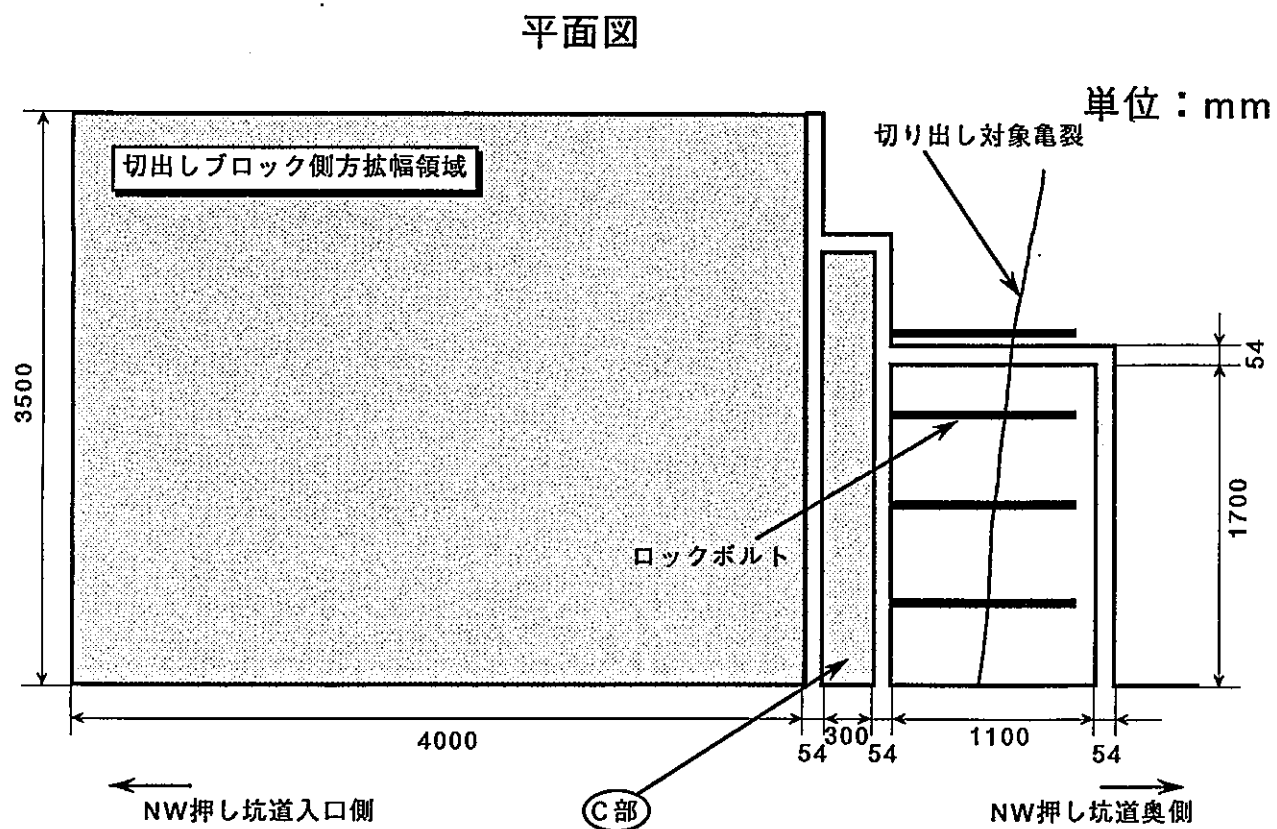
図一5.2.1 対象亀裂周辺の坑道拡幅部分



単位：mm



単位：mm

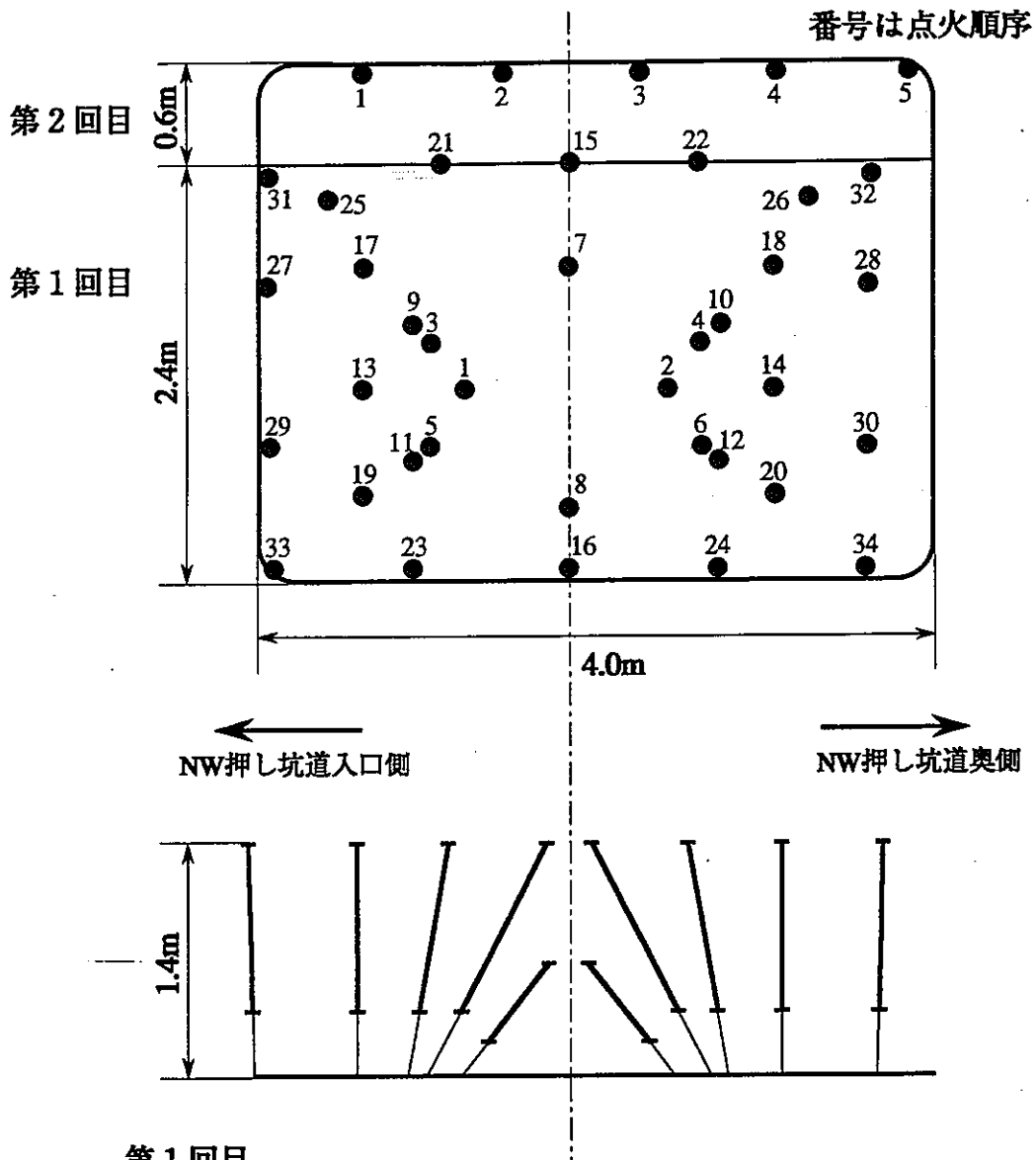


単位：mm

施工数量

スリット削孔	スリット①	2.8m×3.5m=9.8㎡
	スリット②	2.8m×2.6m=7.3㎡
	スリット③	1.4m×1.8m=2.5㎡
	スリット④	2.5m×1.2m=3.0㎡
	スリット⑤	1.3m×1.2m=1.6㎡
	スリット⑥	1.8m×1.2m=2.2㎡
ロックボルト	削孔	L=0.9m 上段4本(φ36.0mm)
		L=1.0m 下段4本(φ36.0mm)
	ボルト	L=1.0m 上段4本
		L=1.1m 下段4本
切断用ボルト	削孔	L=1.1m

図-5.2.2 岩体の切り出し施工の概要



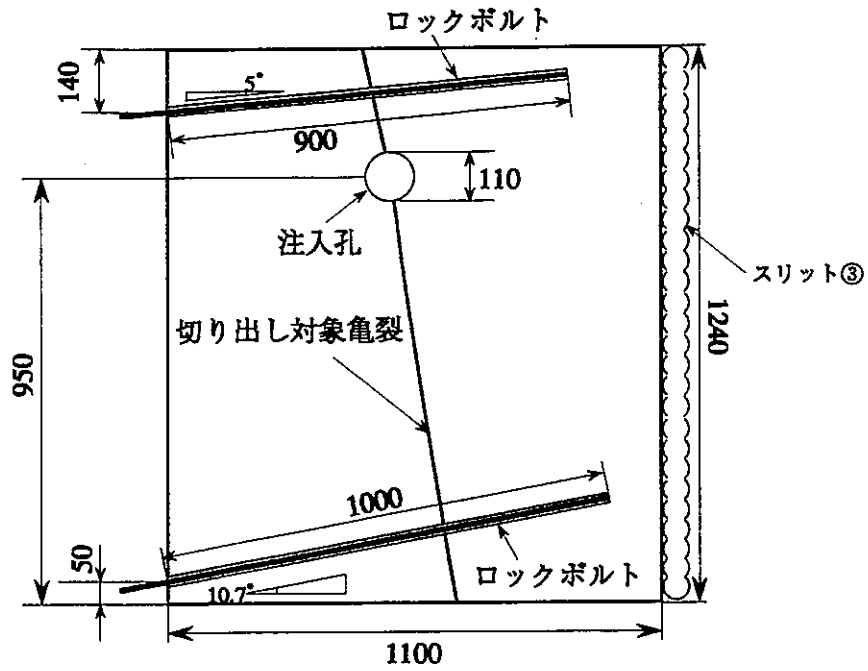
第1回目

心抜方式：Vカット 1発破当り掘進長：1.2m 使用雷管数：34個
 1発破当り爆薬消費量：34kg 火薬原単位：2.95kg/m³

第2回目

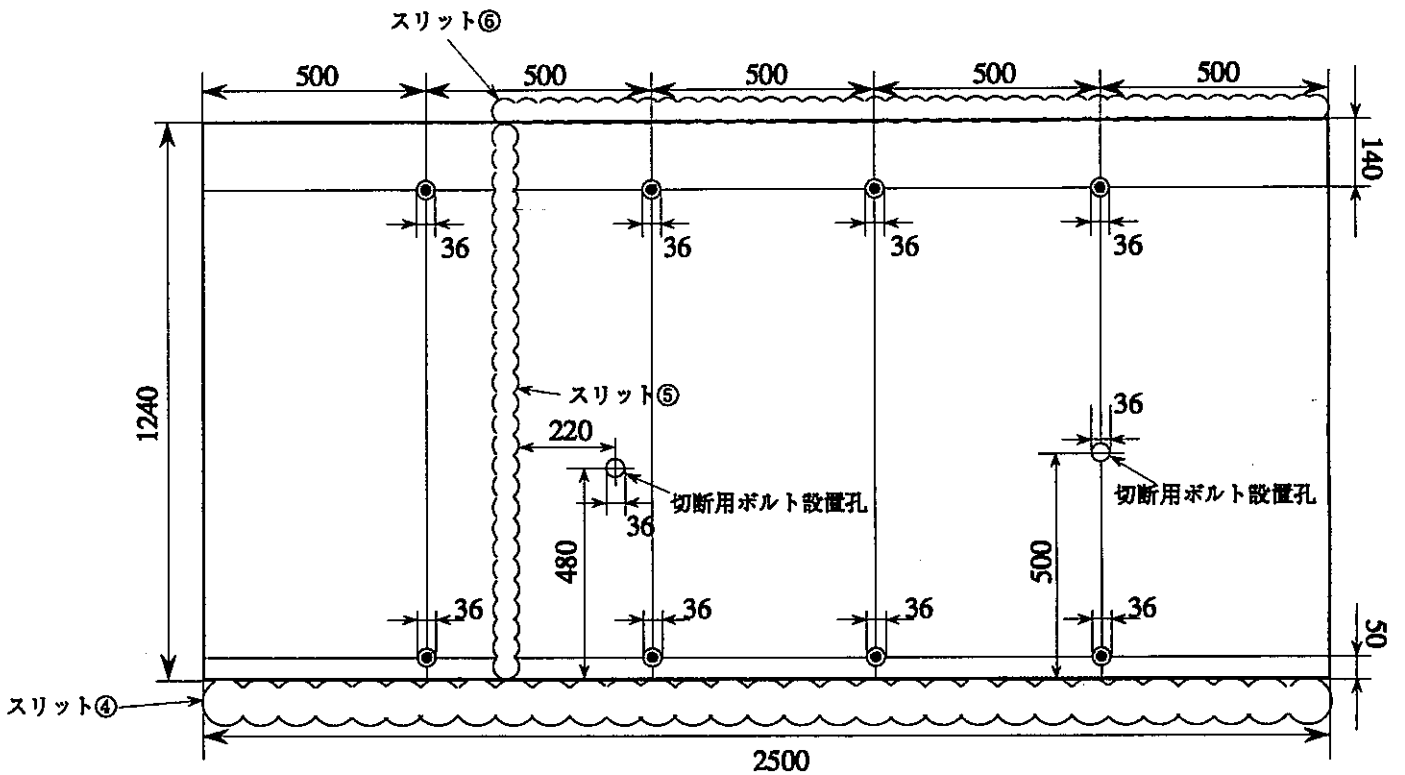
天盤掘削 1発破当り掘進長：1.2m 使用雷管数：5個
 1発破当り爆薬消費量：5kg 火薬原単位：1.74kg/m³

図-5.2.3 B部の発破規格



単位：mm

正面図



単位：mm

側面図

図-5.2.4 亀裂固定用のロックボルトの配置

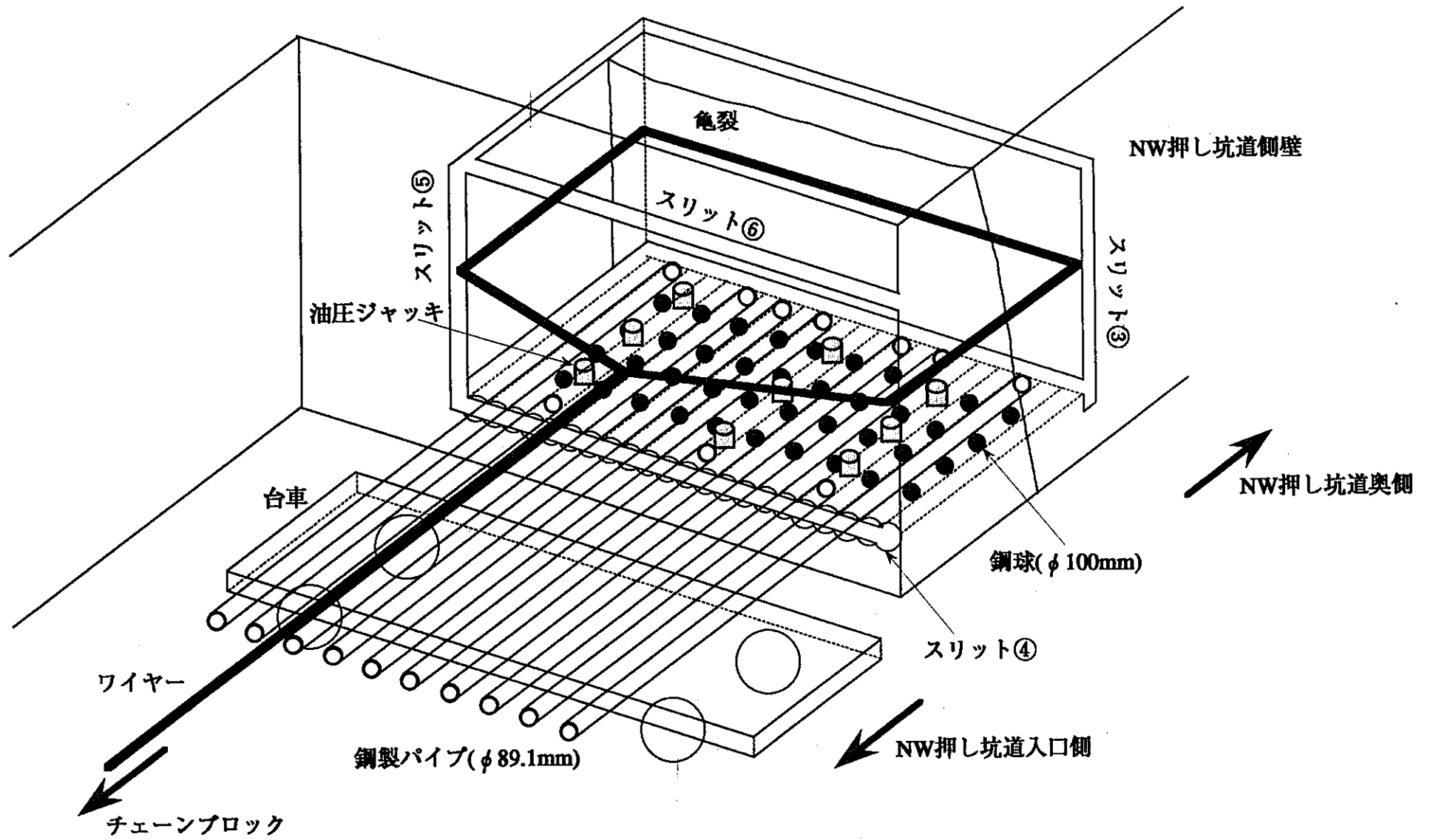


図-5.2.5 岩体の引き出し施工の概要

6. 試験体の整形

6.1 工法の選定

整形に用いる施工法に求められる要件は、

- ①試験体として要求される寸法精度が確保できる事
- ②亀裂と接する切断において水を使用しないで済む事
- ③試験体に悪影響を及ぼす応力やひずみを与えない事

が主なものである。先にあげた表-5.1.1の工法を、平面で切断する工法に絞ると、ワイヤーソー、ブレードカッター、ウォータージェットとの3工法となる。この内ウォータージェットは、その切断原理から除外される。残るワイヤーソーとブレードカッターは共に要件①、③は満足するものの、切断には水が不可欠とされ、②の要件は満足されない。乾式切断の可能性においてこの2工法を比較すると、ブレードカッターはまず不可能である事から、ワイヤーソーで乾式切断の可能性を探るため、切断実験を行う事とした。

第一段階として、小型の試験体の乾式切断実験を行った。この試験体は釜石鉾山で採取した花崗岩であり、切断面は図-6.1.1に示すようなものである。

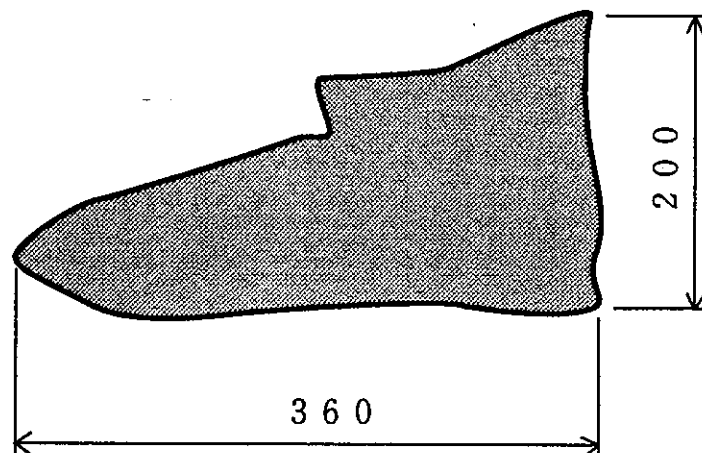


図-6.1.1 小型試験体の切断面

ワイヤーの走行速度および切断速度（ワイヤーの下降速度）は通常の半分程度まで落として乾式切断を行った。その結果、ワイヤーに著しい摩擦はなく、極く小断面であれば乾式切断が可能である事がわかった。

しかし、切り出す岩体ブロックの大きさからして、整形における切断長さは少なくとも1.2m程度となる。このため、さらに大型の試験体による実験が必要となり、1.0m長

さの試験体を用いた実験を行った。この実験では、ワイヤーが岩体と接触している部分が長い場合、ワイヤーの冷却と切断粉の除去のため、図-6.1.2に示すような装置を製作し、切断機器に取り付けた。この結果、ワイヤーと試験体の接触面において完全な乾式とはならないが、乾式施工の目的である、

- ① 濁水の亀裂への侵入防止
- ② 水による亀裂充填物の流失防止

は、満足できる事が確認された。よって整形における乾式切断も、これと同様の方法で行った。

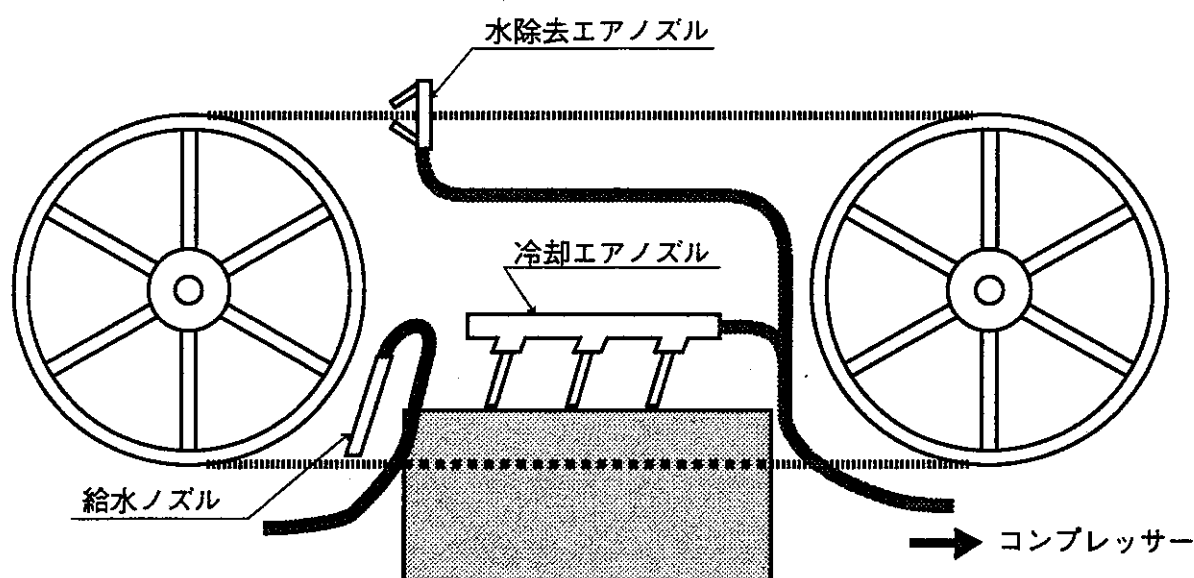


図-6.1.2 乾式切断実験装置

6.2 施工概要

試験体の整形は、切り出した約 $1.7\text{m} \times 1.2\text{m} \times 1.1\text{m}$ のブロックから、 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ の試験体を1個切り出すものである。以下にこの施工過程を順を追って述べる。

(1) 上下面切断位置の決定

亀裂面の方向を測量し、これと平行な方向で試験体上下面の切断を行うとしたところ、切断は原位置での鉛直方向と約 11° の角度を持つ方向で行う事となった。この結果LABROCK試験では亀裂は水平方向に設置されるため、原位置とは約 79° （上下を逆にした場合 101° ）の角度差を持って試験を行う事となる。

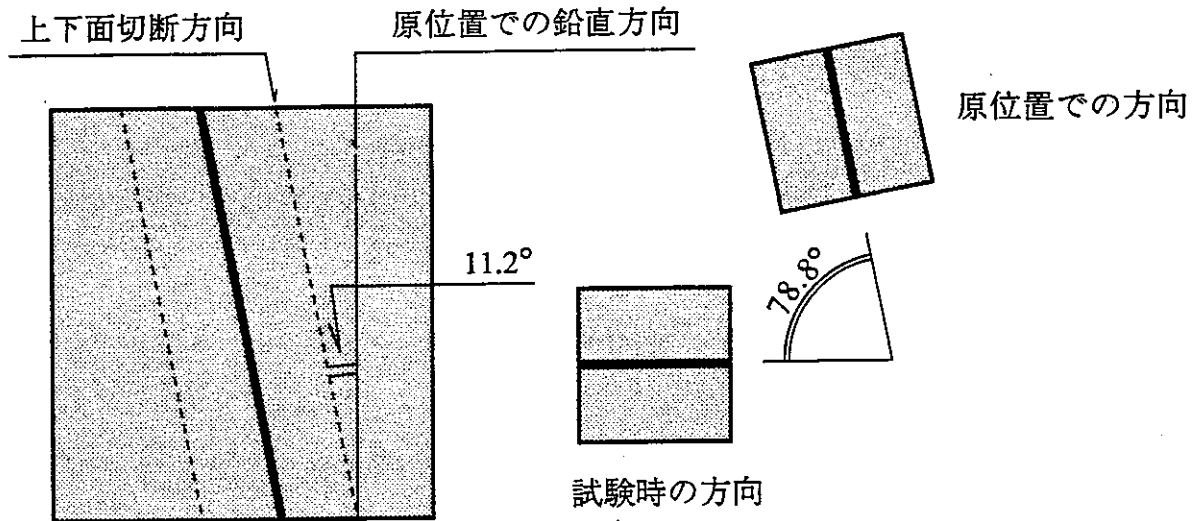


図-6.2.1 試験体上下面の切断方向

(2) 上下面切断用架台の作成

機器の機構上、切断方向は鉛直となるため、切断面が鉛直となる様に岩体を傾ける架台を作成した。この架台は試験体下端まで切断するためワイヤーソーで切断可能なものとし、鋼製架台の上に枕木を設置し、枕木と岩体の間に瞬結性モルタルを打設した。

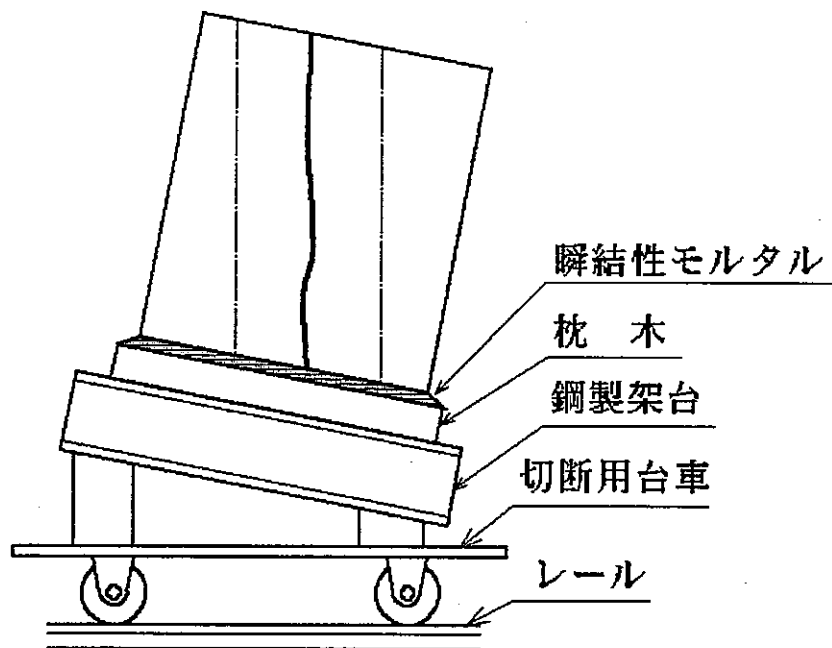


図-6.2.2 上下面切断用架台

(3) 上下面切断

試験体の上下面は亀裂と接しないため、通常の湿式切断とした。切断に当たって、特に上面と下面の平行度の確保に注意を払った。切断面に表れた亀裂の状況は、図-6.2.4に示したNW坑道奥側の面には多くのものが見られたが、反対側にはほとんど表れていない。

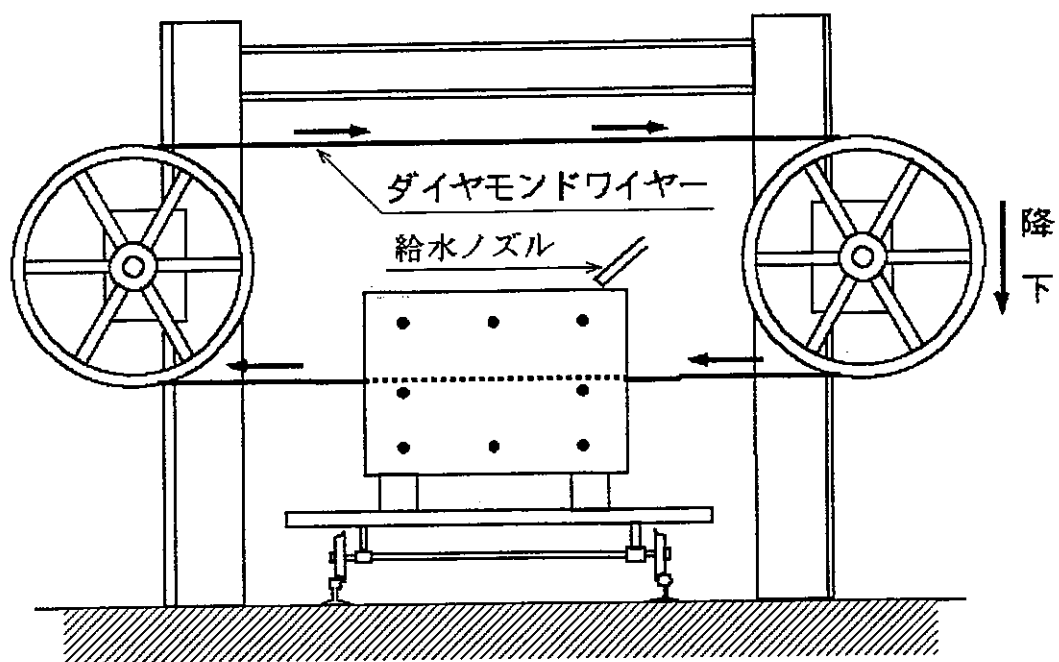


図-6.2.3 ワイヤソーによる上下面切断

(4) 側面①、②切断

図-6.2.4にNW押坑道奥側の切断面の亀裂状況と、側面の切断位置を示す。側面①、②の切断位置は試験体採取範囲をできるだけ広く取るため、原位置試験注入孔とロックボルトの直近とした。この結果、①と②の間隔は約75cmとなった。また、①、②の切断完了時には現地で打設したロックボルトが無効となるため、タイロッド型の固定ボルト2本を設置した。なお、これ以降の切断は亀裂と接するため、乾式にて行った。

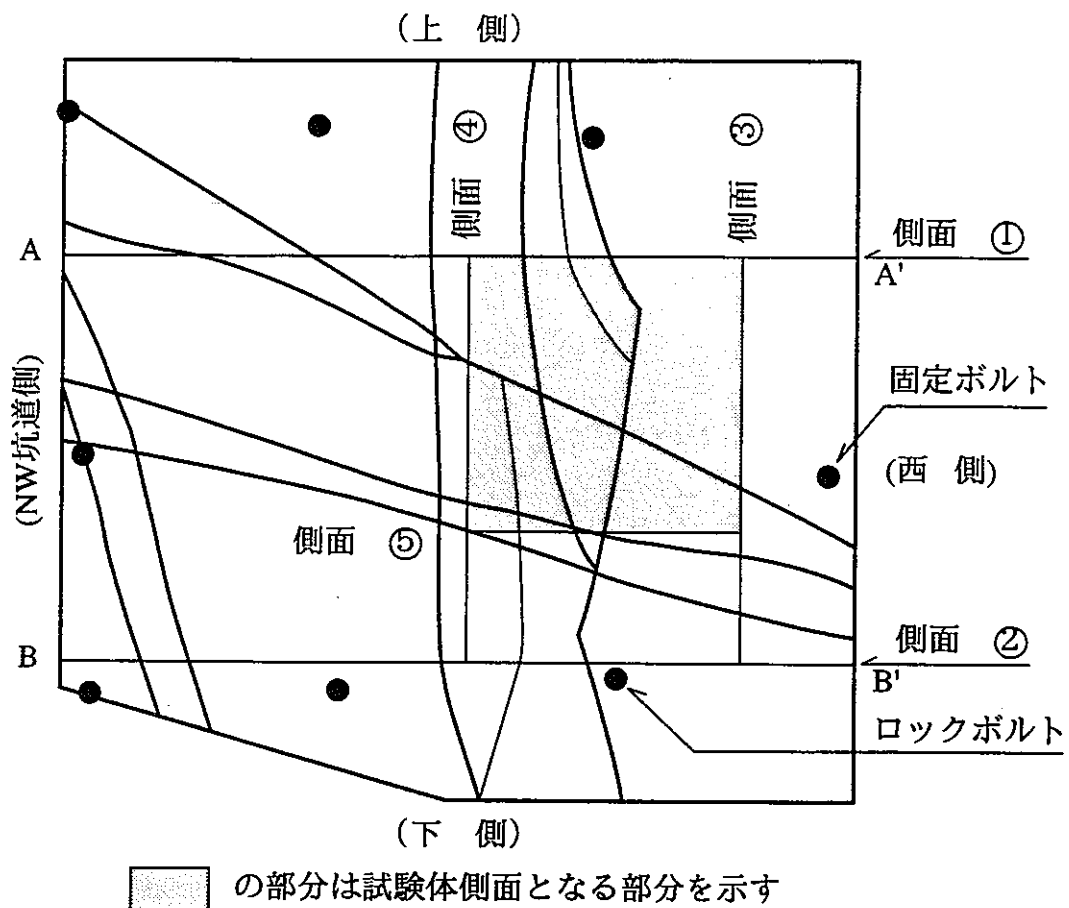


図-6.2.4 亀裂状況と側面切断位置
(NW坑道奥側より見た側面)

(5) 試験体採取位置の決定

図-6.2.5に側面①、②切断後の亀裂状況を示す。この状況より対象亀裂に対し、交差する亀裂の最も少ないと想定される部位を第一候補とし、その部分に水が流れ得る事を簡易的な通水により確認した後、採取位置を図-6.2.4に示した所に決定した。

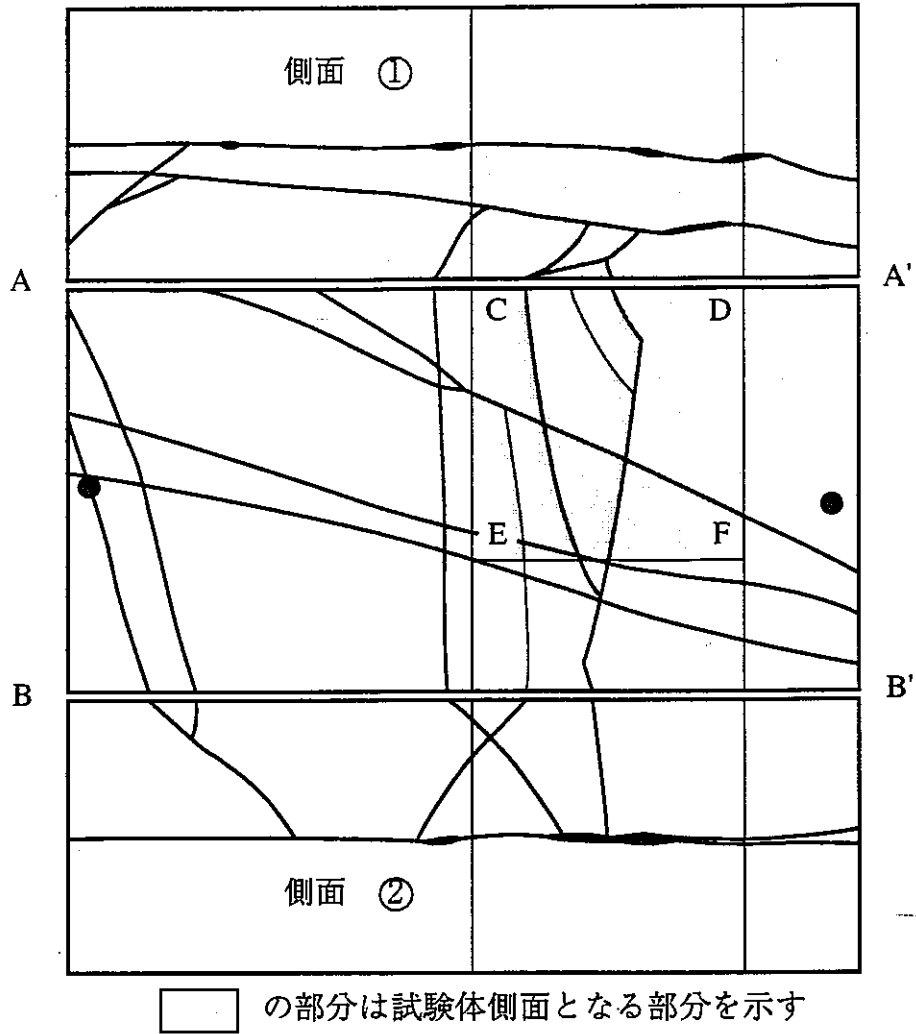


図-6.2.5 側面①、②亀裂状況展開図

(6) 固定金具取付

側面③、④、⑤の切断の進捗に合わせて、図-6.2.6 に示すような固定金具を順次取り付けた。

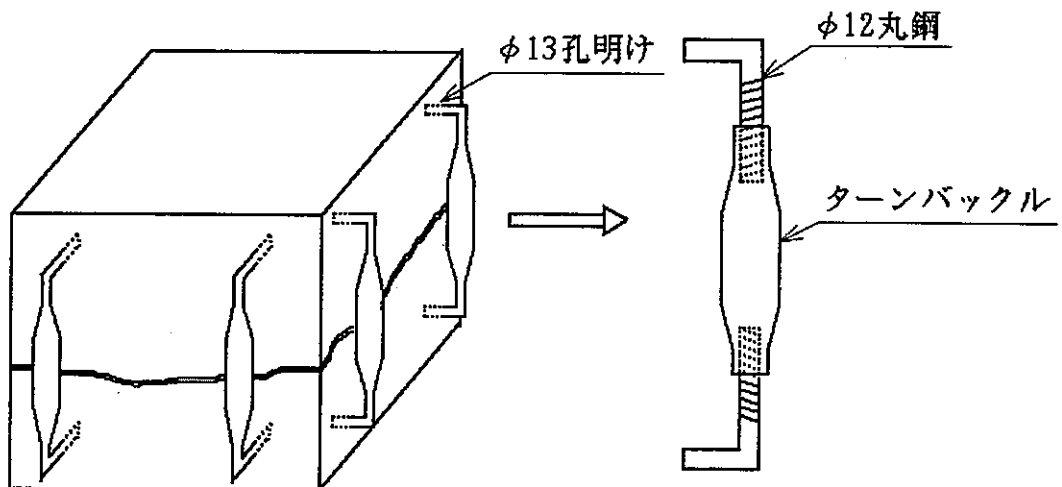


図-6.2.6 固定金具の取付

(7) 側面③, ④, ⑤切断

側面①, ②と同様、乾式で切断した。図-6.2.7に切断後の亀裂状況を示す。

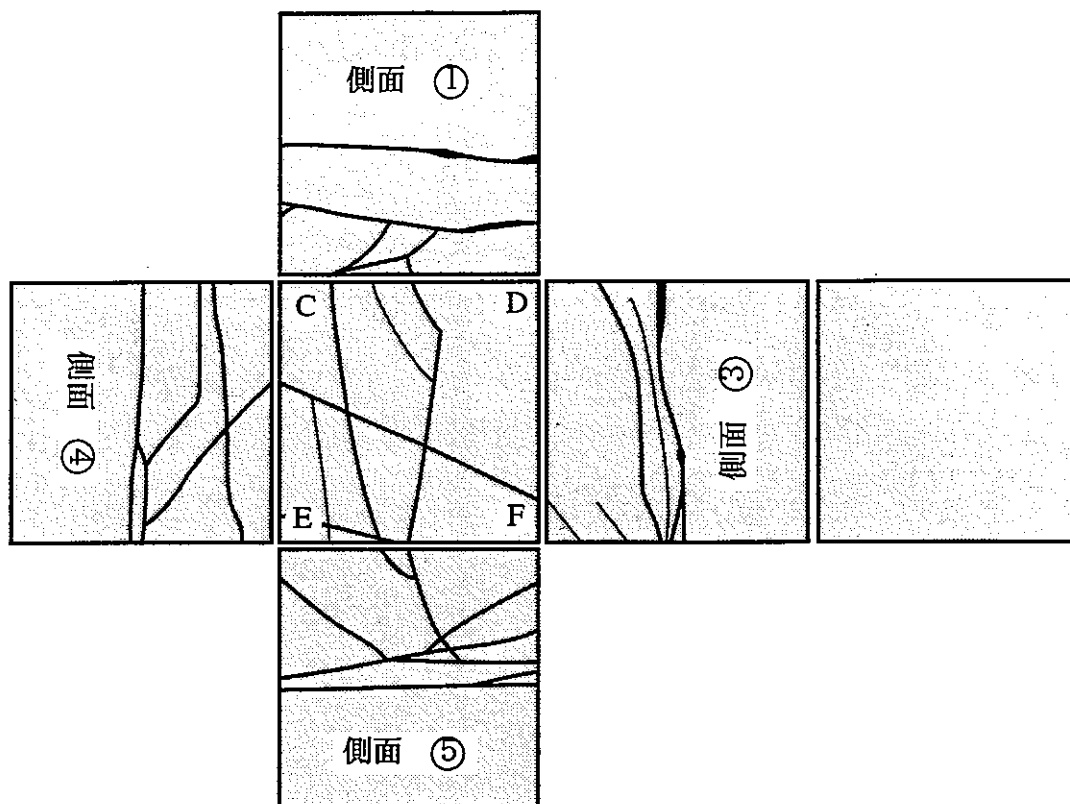


図-6.2.7 試験体亀裂状況展開図

7. 実施工程

表－7.1.1に実施工程を示す。

8. まとめと今後の課題

本年度は LABROCK試験最初の試験体という事で、特に亀裂開口幅に着目し、計画通りの切り出し・整形を行う事ができた。しかし、LABROCK試験の目的からして、試験体としての理想は乱されていない原位置の状態が完全に保たれている事である。本年度に重視した亀裂開口幅についても、整形後に原位置の状態が維持されているか、あるいは再現し得るかについての保証は完全に満足される状態までには到っていない。この事に関しては、今後放射流による原位置透水試験を行い、試験の内容・方法の検討と共にこれと対応して実施される室内試験の検討も必要となる。

また、本年度作成した試験体による LABROCK試験を通じ、次の試験体作成に向けて、

○対象とすべき亀裂の特性

○原位置で初期状態を把握すべき事項の計測項目と計測方法

○切り出し・整形時において留意すべき事項

等を明らかにしておく事が必要と考えられる。

表-7.1.1 試験用岩体の切り出し・整形 実施工程

		平成4年		平成5年											
		12月		1月						2月				3月	
		4	20	31	1	10	20	31	1	10	20	28	1	10	15
切り出し	ボーリング削孔	観測孔		さぐり孔						注入孔					
	調査試験														
切り出し	発破防護掘削準備														
	拡幅掘削	天盤		側方											
切り出し	スリット削孔			① ②						④ ⑤ ③ ⑥					
	接着剤塗布														
切り出し	ロックボルト打設														
	引き出し準備工														
切り出し	引き出し・養生・運搬														
	整形														
整形	切断準備工														
	上下切断														
整形	側面切断														
	報告書作成														
整形	報告書作成														
	納入														