

本資料は2001年10月04日付で

登録区分変更する。

[東海事業所技術情報室]

P N C 7 J 1 6 0 0 9 2 - 0 0 2

地層処分におけるシーリング に関する基礎的研究

(動力炉・核燃料開発事業団委託研究成果概要)

1992年2月

北海道大学工学部

石島 洋二

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)



-1-

P N C 7 J 1 6 0 0 9 2 - 0 0 1 (1)

1992年2月

地層処分におけるシーリングに関する基礎的研究

石島洋二 *

概要

プラグはシーリングにおける重要な要素の一つで、プラグの奥部が水やガスで充満しているとき、これらを遮断して、手前に漏れてこない役目をする。このためプラグには、水圧やガス圧などの作用圧力の下で破壊することなく、プラグの手前に漏洩してくる浸透流を制限値以下に抑える機能を持っていることが要求される。本年度は、プラグに要求されるこれらの機能の内で、力学的な機能に関する研究を行った。すなわち、プラグで仕切られた坑道や立坑の片側に高い圧力が作用するとき、発生するプラグや周辺岩盤の変形・破壊挙動、ならびに、耐圧限界などを明らかにするために、3次元模型試験と応力解析を行った。そして、作用地圧の下での耐圧限界値やプラグの破壊機構などについて調べた。

岩盤模型は25cm×25cm×25cmの立方体状をしており、モルタルと砂岩の2種類を用意した。供試体の中央部を貫通するように、直径39mmのボアホールを作孔して坑道模型とした。坑道中央に打設したプラグは、全て円柱形であるが、プラグ径と坑道の径が同一のものと、坑道の一部を拡大しプラグが岩盤に食い込んでいるものの2種

* 北海道大学・工学部・資源開発工学科・岩石力学講座

類を用意した。これらは、坑道を掘削した後にプラグを打設しているので、プラグと岩盤の接合強度は、プラグまたは岩盤の強度よりも小さい。付着強度の影響を調べるために、坑道掘削を供試体の上下から行い、中央部を未掘削の状態で残しプラグとしたものも用意した。この場合のプラグと岩盤の接合強度は前者に比べて大きい。

図1に示すように、供試模型に3方向から応力を負荷し、試験中、同一状態を維持しつつ、プラグの一方の側の坑道（これを加圧坑道と呼ぶ）を油で満たした後、ブレークダウン現象が現れるまでハンドポンプを用いてゆく

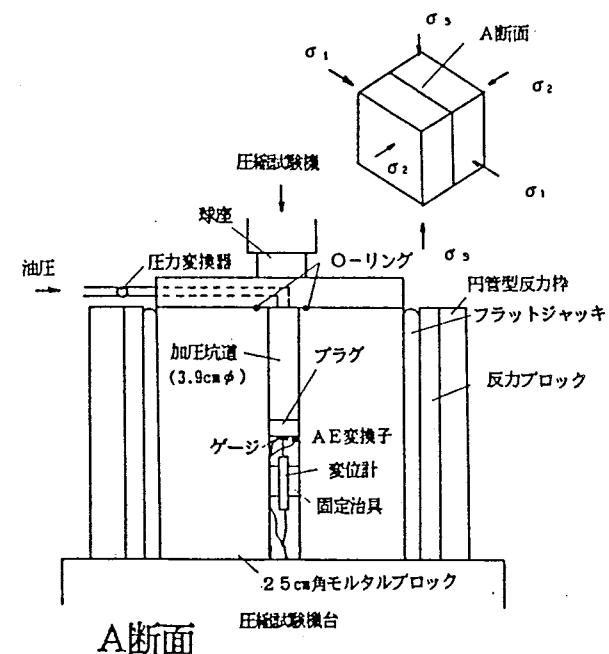


図1 供試模型への加圧方法

表1 プラグ模型試験の結果

模型番号	l/d	破壊時圧力(MPa)	プラグの最大変位(mm)	非加圧側への油の漏れ	プラグの破壊	破壊のタイプ
A-1	0.25	7.5	4.5	有り	無し	1
A-2	0.5	15.7	取り込み失敗	無し	無し	3
A-3	1.0	14.4	0.075	無し	無し	3
B-1	0.2	13.0	0.795	無し	有り	2
B-2	0.4	15.8	0.025	無し	無し	3
B-3	0.8	14.4	0.015	無し	無し	3
C-1	0.2	15.9	0.068	有り	無し	3
C-2	0.4	14.3	0.045	有り	無し	3
C-3*	0.8	-	-	有り	無し	-

* C-3は加圧中、油漏れを起こした。

りと昇圧した。このとき、加圧坑道内の圧力、プラグの軸方向の変位、プラグの加圧されていない面のひずみ量、A E の事象の4つの項目について計測を行った。実験終了後、コアボーリングにより供試模型から坑道を含む模型の一部を切り出し、さらに、これをダイヤモンドカッターで縦割りして、破壊の状況を観察した。得られた結果を表1に示す。

実験結果を解釈する一助として、供試模型に対応した数値応力解析を行った。プラグは、プラグ、周囲岩盤、両者の接合部の3つの要素から構成される構造物である。プラグの力学的諸特性に関しては、この3つの要素の内でも、接合部の挙動が重要な役割をすると考えられる。そこで、解析に際しては、プラグと岩盤の接合面をジョイント要素でモデル化し、その挙動を明らかにしようとした。

本研究で得られた主な結論をまとめると以下のようになる。

(1) 幾つかの模型では、破壊に伴って生じたものと想像されるA E 事象数の急激な上昇をとらえることができた。プラグの破壊の予知の手段として使える可能性がある。

(2) プラグ長が大きくなると、同一大きさの負荷圧力によって生じる軸方向の変位は小さくなる。

(3) プラグ、およびプラグ周辺の破壊に関して、タイプ1(プラグが滑動する)、タイプ2(プラグの自由面の中央部で引張き裂が生じ、プラグ自身が破壊する)、タイプ3(岩盤とプラグの接合部におけるプラグの加圧側、または非加圧側の隅部において発生したき裂が、岩盤奥部に向かって進展する)の3つのタイプが確認できた。なお、タイプ3では、図2に示すよ

うに、同じ部位に発生起源を持つと考えられる2系統のき裂が生じた。

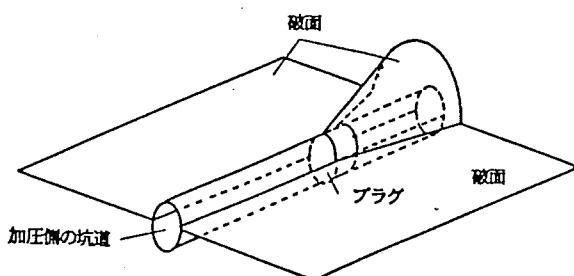


図2 タイプ3の破壊

(4) 坑道径(d)に対するプラグ長(l)が $l/d > 0.25$ を満たすと、専らタイプ3の破壊が発生し、限界圧はほぼ一定となる。

(5) 数値解析の結果、プラグと岩盤の加圧側隅部の接合部には引張応力が生じており、これがタイプ3の破壊の原因と考えられる。

(6) 破壊時の圧力(限界圧)は、模型に加えた封圧より大きいが、封圧の2倍以上にはなっていない。この限界圧の大きさは、接合部における引張応力の発生と密接に関係しているように考えられる。