

# 緩衝材原位置締固め工法の検討 - 衝撃解析による周辺岩盤の挙動の検討 -

東京電力(株) 正会員 小野文彦, 増田良一  
 ハザマ 正会員 西村毅, 雨宮清

## 1. はじめに

地層処分における人工バリアーの構成は、放射性廃棄物であるガラス固化体とその格納容器であるオーバーパック、およびこれらと岩盤の間に充填される緩衝材からなる。筆者らは、緩衝材の配合による力学的、水理学的な特性を明らかにするため各種の室内試験を実施するとともに、廃棄体埋設時の緩衝材施工技術として原位置締固め工法の検討を行っている<sup>1)</sup>。原位置締固め工法では、緩衝材の材料を処分空間内に供給し、締固め機械を用いて高密度の緩衝材を現場で施工するが、その際締固めにより緩衝材が所定の性能を満足することに加えて、衝撃荷重によって周辺岩盤が破壊されないことが重要となる。ここでは締固め時の衝撃荷重が周辺岩盤へおよぼす影響を把握するための基礎的な検討として動的な衝撃解析を実施した。

## 2. 解析条件

原位置締固め工法の概要を図-1に示す。これは、円形ピットの下部に、乾燥密度  $1.74\text{g/cm}^3$  の緩衝材（厚さ  $10\text{cm}$ ）が設置され、ここに厚さ  $38\text{cm}$  の鉄板を、高さ  $40\text{cm}$  から落下させる条件を模擬している。すなわち、目標密度まで達した第一層目の緩衝材に対して、さらに1打撃加える条件であり、このときが周辺の岩盤への衝撃が最大となる。この場合の落下エネルギー（ $E$ ）は、鉄の密度  $7.5\text{g/cm}^3$ 、 $E_c=5.625\text{kg}\cdot\text{cm/cm}^3$  として、 $E=0.2E_c$  である。 $E_c$  とは必要な全締固めエネルギーであり、室内試験により求めた最低の1打撃当たりのエネルギーが  $0.2E_c$  である<sup>1)</sup>。

使用した解析コードはABAQUSであり、弾塑性材料による動的解析を実施している。ただし、別途静的な自重解析を実施し、その解析結果を初期応力として読み込んで動的解析を開始した。自重解析ではピット上面を深度  $500\text{m}$  とし、側圧比  $1.0$  とした鉄板とベントナイトの表面間には、接触境界を導入した。ただし、接触状態における摩擦は考慮していない。

岩盤としては硬岩系および軟岩系の2

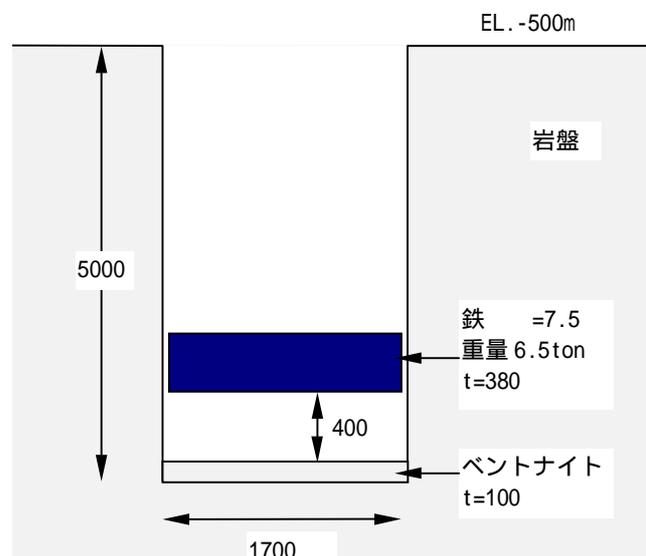


図-1 衝撃解析モデル

表-1 材料物性一覧

材料	弾性係数 (MPa)	ポアソン比	密度 (kg/m <sup>3</sup> )	粘着力 (MPa)	摩擦角 (°)
硬岩系 岩盤	$4.71 \times 10^4$	0.315	2,670	15	45
				22.5	56.3
軟岩系 岩盤	$7.60 \times 10^3$	0.369	2,200	3	28
				4.5	38.6
緩衝材	$3.7 \times 10^2$	0.4	1,740	0.27	15
鉄	$2.1 \times 10^5$	0.3	7,500	-	-

高レベル放射性廃棄物，緩衝材，締固め試験，衝撃解析，動的挙動

連絡先：〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-3-1, Tel 03-3501-8111 Fax 03-3596-8562

〒305-0822 茨城県つくば市荻間字西向 515-1, Tel.0298-58-8813 Fax.0298-58-8819

種類を考えた。各種材料の物性値を表-1 に示す<sup>2)</sup>。変形特性については動弾性形数，動ポアソン比を用いた。強度特性については，衝撃荷重のようなひずみ速度の速い条件では静的な場合以上の強度をもつと考えられるが，現時点では正確な強度を推定することが困難なために，静的強度およびこれを1.5 倍した強度の2 種類で解析を実施した。

### 3. 解析結果

図-2 は硬岩系および軟岩系の，解析開始後 5msec 秒後の相当塑性ひずみの分布を示したものである。解析は軸対称モデルなので，図はモデルの 1/2 の領域となる。硬岩系の場合では，静的強度および静的強度の 1.5 倍で解析した結果はほとんど差がなく，ピット側壁隅角部に幅 20cm × 高さ 15cm とごくわずかな塑性領域が発生する。また，ピット底盤部を含めたその他の領域には，塑性域の発生はない。軟岩系の場合は，塑性域は側壁で 40cm 程度，底盤部

で深さ 55cm 程度であるが，これは初期状態における静的な塑性域の分布と比較すると底盤部で塑性域が拡大しているが側壁では大差がないことが確認されている。また，衝撃荷重であることを考慮して静的強度の 1.5 倍で解析した結果では，岩盤部には塑性域は全く現れていない。

### 4. まとめ

今回設定した岩盤物性値では，軟岩系岩盤で静的強度を用いた解析ではやや塑性域が広がるものの，その他の解析ケースでは，岩盤内での塑性域の発生は小さいか，発生しない結果となり，締固めの影響は少ないといえる。

ただし，今後衝撃荷重が作用した際の岩盤強度等の材料特性については不明な点が多く，今後検討を加える必要がある。また，別途実施予定である締固め試験器の製作および施工模擬試験を通して，解析モデルの妥当性について検討を加えて行く予定である。

### 参考文献

- 1)小野文彦，増田良一：緩衝材原位置締め工法の検討 - 締固めエネルギーに関する一考察 - ，第 55 回土木学会年次学術講演会，2000，2)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- ，1999

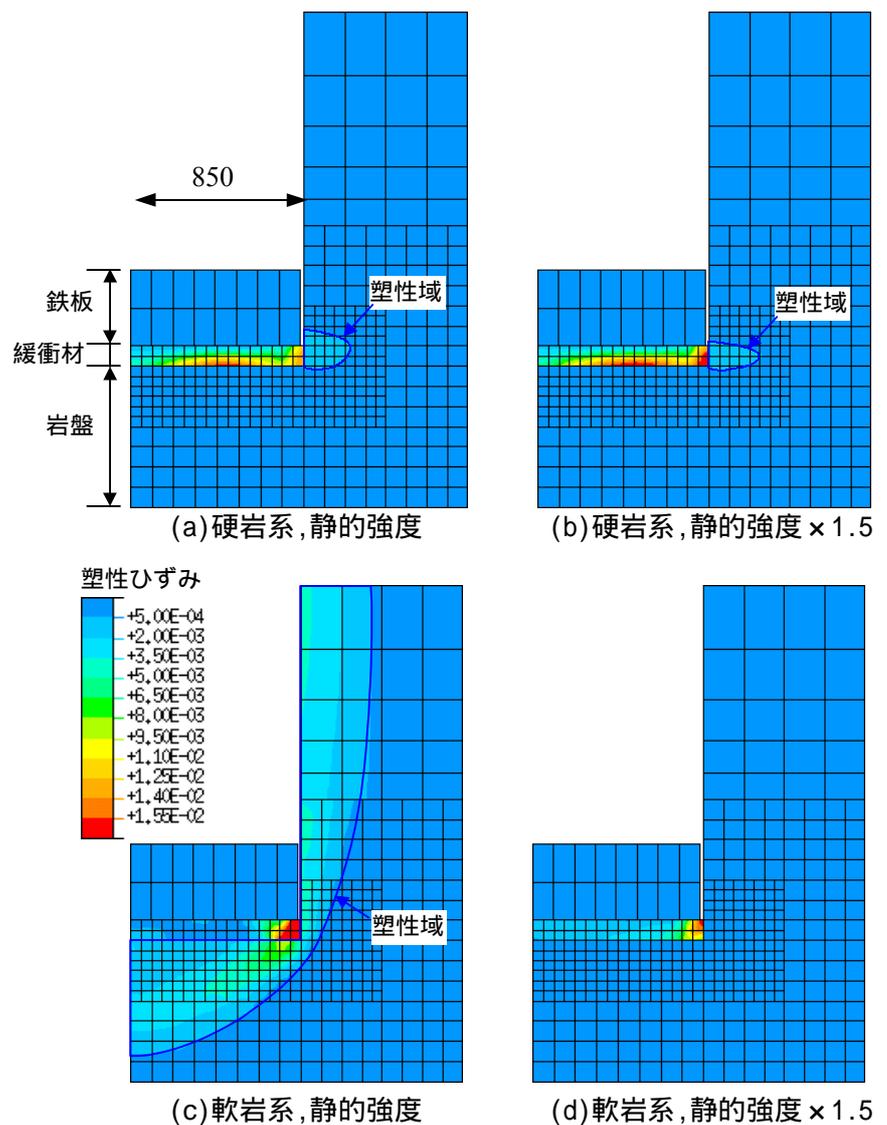


図-2 相当塑性ひずみの分布