

破砕帯変形を受ける RC トンネル模型の構造実験 —最大耐力について—

大成建設（株） 正会員 ○坂下 克之 正会員 村田 裕志 正会員 畑 明仁
（一財）電力中央研究所 正会員 宮川 義範
東北電力（株） 熊田 広幸

1. はじめに

地中 RC 構造物が破砕帯（弱層）と交差する場合、耐震性能が低下する可能性が懸念される一方で、破砕帯による局所的な変形の影響を受ける構造物の挙動については未解明な部分も多い。そこで本研究では、地中 RC 構造物の耐震性能照査手法の高度化を目的として、破砕帯に埋設されたトンネル模型の構造実験を実施し、破砕帯条件が構造物の挙動に与える影響について検討した。

2. 実験条件

実験の対象は、図-1 に示す中空円形 RC 製トンネルの約 1/10 を想定した縮小模型である。縮小模型であるため、鉄筋には細径鉄筋を用い、また打設時の充填性を考慮して、コンクリートの代わりにモルタルを使用し

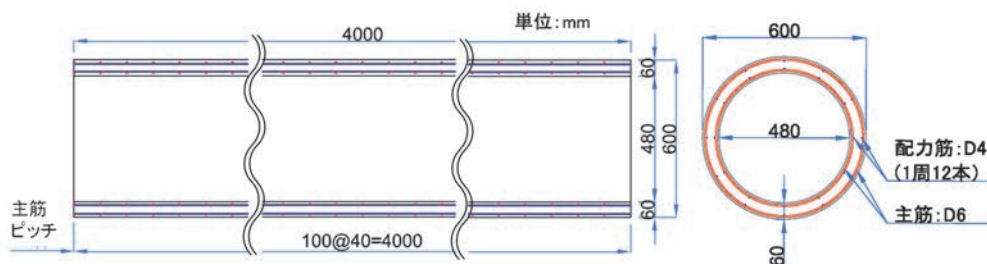


図-1 トンネル模型仕様

表-1 試験ケース

	交差角	載荷方向	破碎帶幅
Case1	30°	X方向	50mm
Case2	30°	Y方向	50mm
Case3	60°	X方向	50mm
Case4	60°	X方向	300mm

*) トンネル模型仕様は共通

試験ケースは、破砕帯とトンネル模型の交差角度・載荷の方向・破砕帯幅をパラメータとした表-1 に示す 4 ケースである。本来対象とする事象は地震時の破砕帯の動的なずれであるが、実験上の制約等から、所定の方に静的に正負交番の載荷を行った。

破砕帯以外の岩盤に相当する部分は、トンネル模型を埋設した状態で RC ブロックを製作することにより一体化し固定した。破砕帯に相当する部分はトンネル模型の拘束は無しとし、所定の破砕幅を保った状態で鋼板とテフロンシートで滑らせる機構とした。加力方法は、下部ブロックを床に固定し、上部ブロックを 2 本のジャッキで水平方向に交番载荷した。図-2 に载荷の概要を示す。

材料強度は、RC ブロックの方がトンネル模型よりも大きくなるように設定した。載荷日のトンネル模型のモルタル圧縮実強度の平均値は 27.7N/mm^2 、RC ブロックのコンクリート圧縮実強度の平均値は 37.7N/mm^2 である。

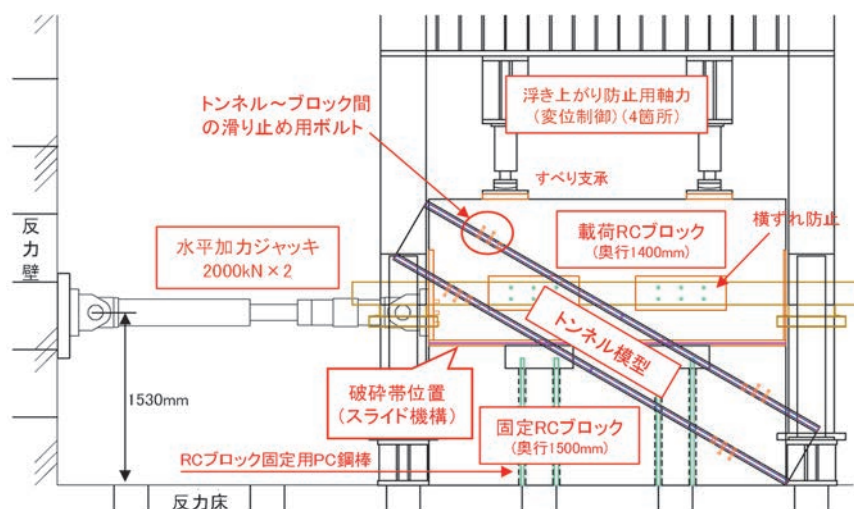
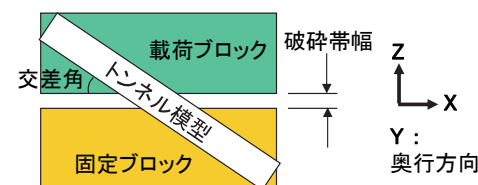


図-2 載荷方法概要 Case1の例

キーワード 破砕帯, 変形, トンネル, RC, 載荷実験, 耐力

連絡先 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町 344-1 大成建設 技術センター 社会基盤技術研究部 TEL 070-2653-0165

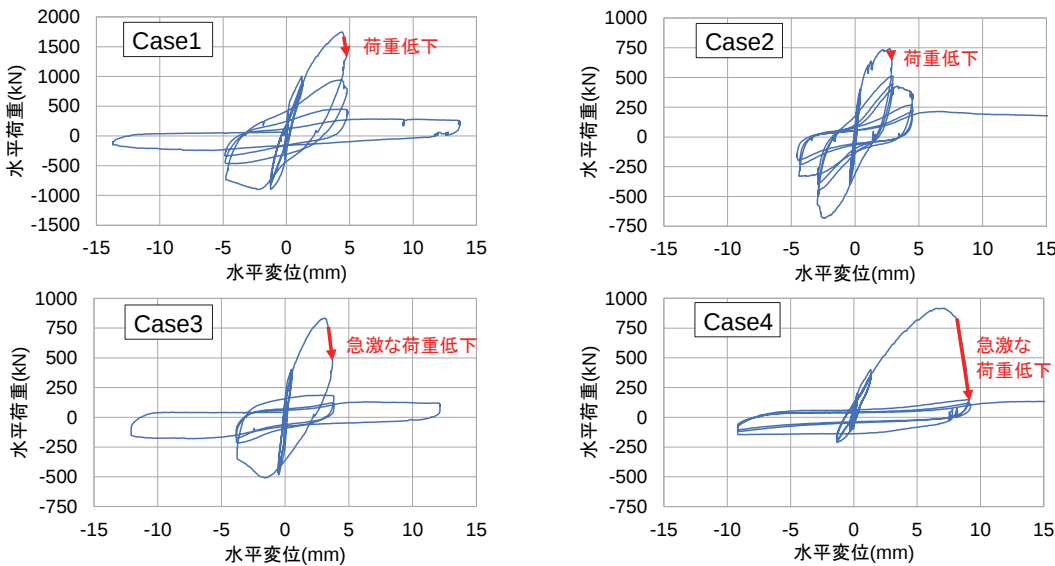


図-3 荷重～変位関係

表-2 平均せん断強度
単位 (N/mm²)

Case1	Case2	Case3	Case4
8.591	3.645	7.087	7.793

3. 実験結果

図-3 に載荷位置の水平荷重～水平変位関係を示す．図で、荷重・変位の符号は、表-1 凡例における X あるいは Y 方向（図-2 で水平ジャッキが伸びる方向）の載荷が正である．載荷手順の概略は以下のとおりである．

- ①最大耐力よりも小さい荷重で 3 サイクルの交番載荷
- ②正方向載荷における最大耐力確認後の変位で 3 サイクルの交番載荷
- ③さらに大きな変位まで載荷

図-3 に示した荷重～変位関係で、各載荷ステージの 1 サイクル目を結んだ包絡線を比較したものを図-4 に示す．また各ケースの最大耐力をトンネル模型の破砕帯交差断面積で除した平均せん断強度を表-2 に示す．

これらの結果から以下のことが確認できる．

- 破壊性状：各ケースとも mm オーダーの変位で最大耐力に至り、急激に荷重低下する．
- 載荷方向の違いによる比較：直角方向（横ずれ方向）載荷（Case2）は軸方向（トンネル長が短縮する方向）載荷（Case1）と比較して、最大耐力は約 42%となる．
- 交差角度の違いによる比較：交差角度 60°（Case3）は交差角度 30°（Case1）と比較して、最大耐力は約 48%となる．ただし平均せん断強度で比較すると約 82%である．
- 破砕帯幅の違いによる比較：破砕帯幅 300mm（Case4）は破砕帯幅 50mm（Case3）と比較して、最大耐力は約 10%増加する．また最大耐力発生時の変位は約 2.3 倍に増加する．

今回の実験で得られた結果に対し、今後は事後解析等を実施することによりそのメカニズムをさらに検討していく予定である．

謝辞

本研究は、電力 8 社と日本原子力発電（株）、電源開発（株）、日本原燃（株）が実施する研究の一環として実施した．関係各位に謝意を表す次第である．

参考文献

1) 村田裕志，他：破砕帯変形を受ける RC トンネル模型の構造実験－破壊性状について－，土木学会第 78 回年次学術講演概要集，2023．（投稿中）

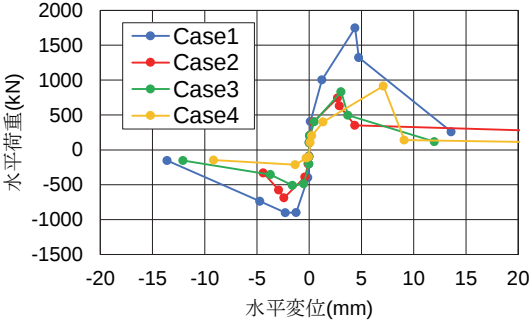


図-4 荷重～変位関係の包絡線