

破砕帯変形を受ける RC トンネル模型の構造実験 ー破壊性状についてー

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

1. はじめに

破砕帯（弱層）による局所的な変形の影響を受ける地中 RC 構造物の挙動については未解明な部分が多い。そこで本稿では参考文献 1)に引き続き、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の結果分析を実施した。

2. 実験条件

実験の対象は、中空円形 RC 製トンネルの約 1/10 を想定した縮小模型で、参考文献 1)に示したとおり、外径 600mm、内径 480mm、長さ 4000mm である。試験ケースは、破砕帯とトンネル模型の交差角度・载荷の方向・破砕帯幅をパラメータとした表-1 に示す 4 ケースで、所定の方法に静的に正負交番の载荷を行った。

破砕帯以外の岩盤に相当する部分は RC ブロックで模擬し、トンネル模型と一体化する。破砕帯は、所定の破砕帯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。加力は、下部ブロックを床に固定し、上部ブロックをジャッキで水平方向に交差载荷した。計測は、接触式変位計による RC ブロック主要位置の変位計測やトンネル模型鉄筋のひずみ計測といった標準的な計測に加え、図-1 に示すように、レーザー変位計およびカメラが先端に付いたフレームをトンネル模型上部開口部から挿入・回転させ内空計測を行った。

3. 実験結果

各ケースの荷重～変位関係や最大耐力については、参考文献 1)に記載したとおりである。本稿では主として内空計測によるトンネル模型内面の破壊性状について分析する。

各ケースについて、最大耐力荷重低下直後と交差载荷後の大変位载荷時における、内空計測のカメラによるひび割れ図およびレーザー変位計による面外変形図を図-2 に示す。各図とも表-1 凡例図の方向から見た図であるが、Case2 については奥行方向の载荷であるため、上から見た図となっている。レーザー変位計は壁面垂直方向（放射方向）の変位が計測できる仕様であり面内のずれ変位等は評価できない。変形図は 15° ピッチの軸方向測線の計測結果を視点方向から見た投影図として表記したものである。

まず最大耐力荷重低下直後について分析した。Case1, Case3, Case4 の正方向（トンネル長が短縮する方向）载荷、特に破砕帯幅の小さい Case1 と Case3 では、最大耐力後の荷重低下は、赤丸で囲ったトンネル軸直交方向の損傷によって生じた。破砕帯に沿った部分では大きな損傷は発生せず、トンネル軸方向の破壊領域長さは局所的な範囲であった。これは破砕帯近傍で岩盤（RC ブロック）とトンネルの間に剥離が生じた結果、破砕

帯面でのせん断変形だけではなく、曲げ変形の影響も大きくなったためと考えられる。破砕帯幅の大きい

表-1 試験ケース

	交差角	载荷方向	破砕帯幅
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

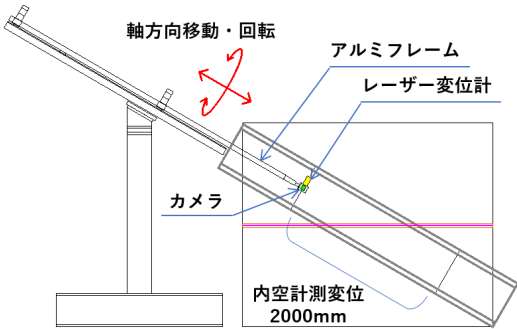
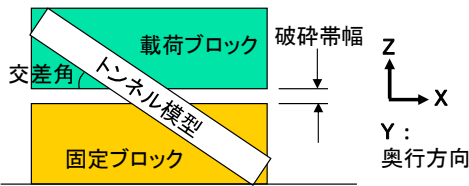


図-1 内空計測装置概要

キーワード 破砕帯, 変形, トンネル, RC, 载荷実験, 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

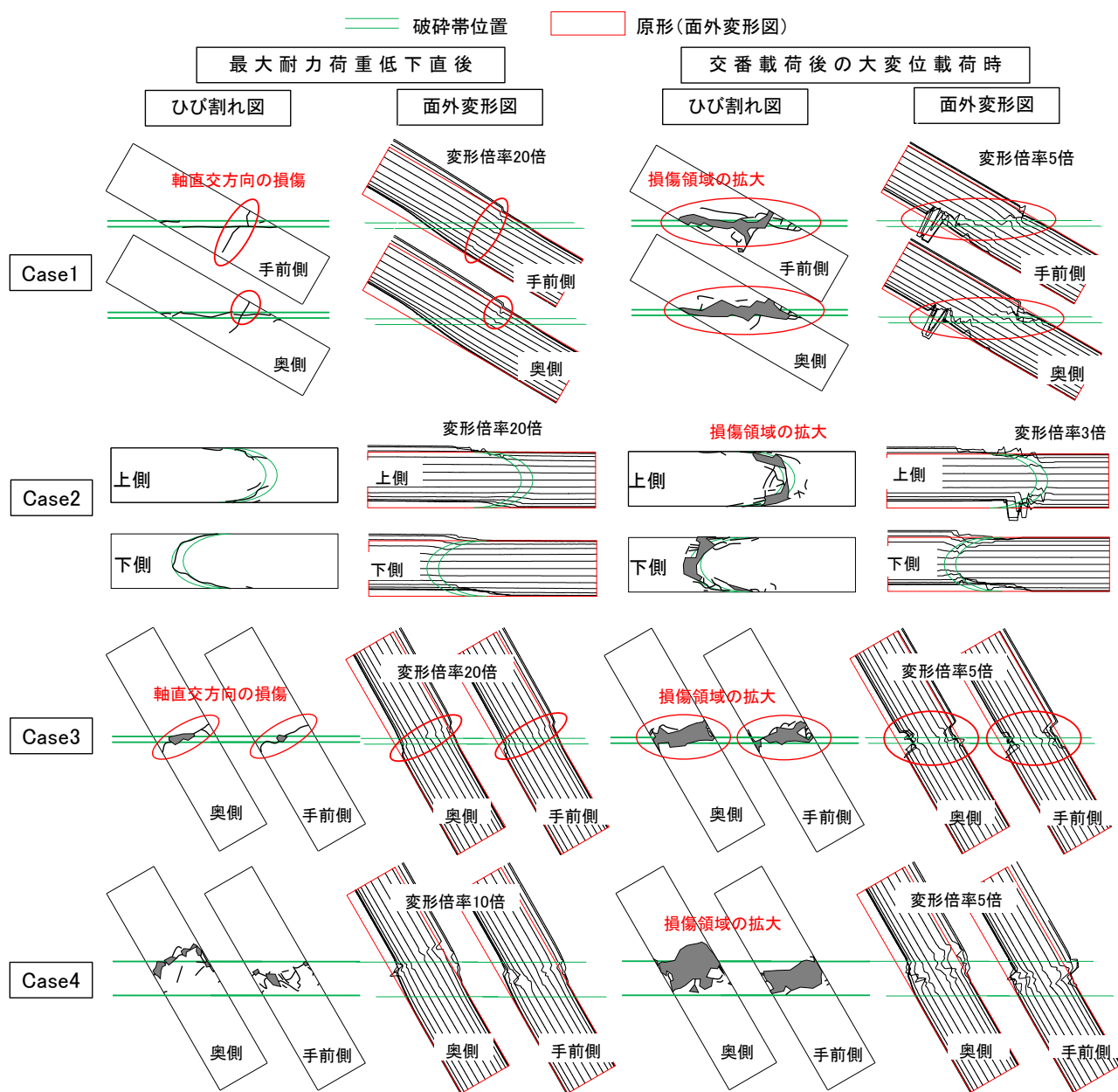


図-2 トンネル模型の内空計測による破壊性状

Case4 では軸直交方向の損傷発生の傾向は見られるが、最大耐力後の荷重低下が他ケースよりも急激であり¹⁾、破壊領域は Case1, Case3 よりも広範囲で発生した。Case2 (横ずれ方向载荷) では、破碎帯に沿った位置での損傷が先行しており、軸直交方向損傷の傾向は特に見られなかった。

交番载荷後の大変位载荷時では、各ケースとも破碎帯に沿った領域での損傷も発生しており、破壊領域の長さは最大耐力荷重低下直後より大きくなった。ただし顕著な破壊は概ね破碎帯部に集中した。

今後は、内空計測結果の定量的な分析・事後解析を実施することにより、損傷指標の限界値等について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) 坂下克之, 他: 破碎帯変形を受ける RC トンネル模型の構造実験—最大耐力について—, 土木学会第78回年次学術講演概要集, 2023. (投稿中)