

薄肉トンネル補強工の鉄道トンネルへの適用性に関する検討
 - その1：鋼製薄肉トンネル補強セグメントの耐荷力に関する実験的検討 -

新日本製鐵株式会社 正会員 松岡 和巳
 新日本製鐵株式会社 正会員 広沢 規行
 新日本製鐵株式会社 正会員 今福健一郎

1. はじめに

山岳トンネルでは、覆工コンクリートの剥落防止や変状防止対策工として、薄肉の内面補強工を実施することがある。本報告は、組立機械により鋼製の薄肉セグメントをトンネル内面に千鳥に組立てる工法における、補強構造体のはり - バネモデル設計法を検証する目的で実施した、セグメントの添接継手曲げ実験結果について報告するものである。なお、本補強構造体はリング継手の凹凸の嵌合により曲げモーメントを伝達する構造



図1 薄肉トンネル補強工イメージ

となっており、セグメント継手はピン構造とみなせるため、はり - バネモデル設計法ではリング継手の半径方向せん断バネ定数の設定方法が課題となる。

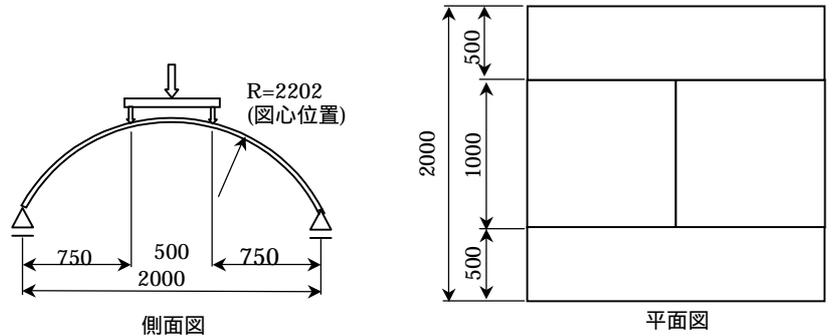


図2 試験体構造

2. 実験方法

2.1 試験体

試験体は在来線トンネルを対象として試設計した実物大セグメント構造とし、t16mmの鋼板（SM490材）を曲げ加工し、リング継手およびセグメント継手として嵌合用の凹凸を設けてある。試験体の構造を図2に示す。

2.2 実験方法

図3に示すようにアーチ状に千鳥組したセグメントの頂部付近を載荷する4点曲げとし、コンクリート剥落状態の異なる場合を想定し、試験体全幅に載荷する Case1 と中央リングのセグメント幅中央部に載荷する Case2 の2 ケースとした。

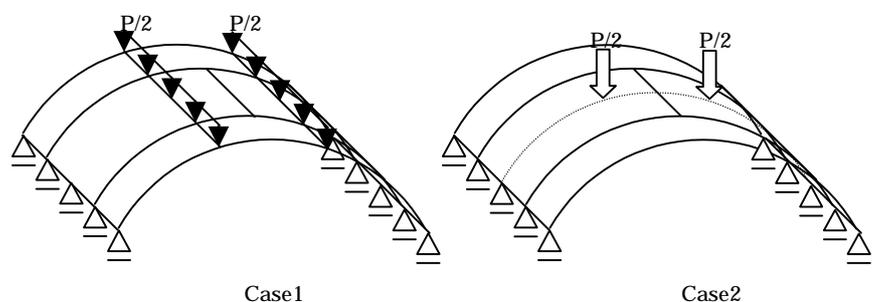


図3 載荷方法

3. 実験結果

3.1 リング間せん断バネ定数算定方法

【キーワード】トンネル / 補強 / 補修

【連絡先】 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 Tel.0439-80-2205 Fax.0439-80-2745

はり - バネモデルによるリング間せん断バネの算定モデルは、図 4 に示すようにモデル化した。すなわちリング間せん断バネ定数は、セグメントのトンネル軸方向の曲げ変形を、せん断バネに置換することにより算定される。

3.2 曲げ剛性と最大耐力

図 5 に荷重と試験体中央部の変位の関係を、表 1 に耐力計算値と実験値を示す。両ケースとも、載荷荷重の増加に伴い変形が増加し、15kN 付近から徐々に曲げ剛性が低下しはじめた。最終的に、はり - バネモデルによる設計最大耐力 53.6kN (許容荷重の 2.4 倍) を超えた後、Case1 が 56.9kN、Case2 が 57.2 kN に達したところで、支点治具の回転限界に達したため載荷を終了した。

例として図 6 に Case2 の荷重と試験体中央部の鉛直変位との関係を示す。図のように、許容レベルまで、リング中央部のたわみの実験値は、はり - バネモデルによる計算値とほぼ一致した。

3.3 ひずみ挙動

荷重と側部リングの試験体中央部のトンネル周方向ひずみとの関係を図 7 に示す。図 7 より側部リング引張縁のひずみは、約 15kN までははり - バネモデルによる計算値と実験値とはほぼ一致した。

4 . まとめ

- (1) 許容レベルにおける補強構造体の挙動は、はり - バネモデルにより算定した値とほぼ一致した。
- (2) 補強構造体の最大耐力は、はり - バネモデルにより安全側で計算できる。

【謝辞】本報告は運輸施設整備事業団「運輸分野における基礎的研究推進制度」平成 11 - 12 年度研究課題（コンクリート構造物の安全性・信頼性の向上に関する技術分野）の 1 研究課題として筑波大学（研究代表者：西岡隆教授）長岡技術科学大学、JR 東海、新日鐵が共同で取り組んだ。本研究にあたり、多大なご協力を頂きましたことを関係各位に感謝いたします。

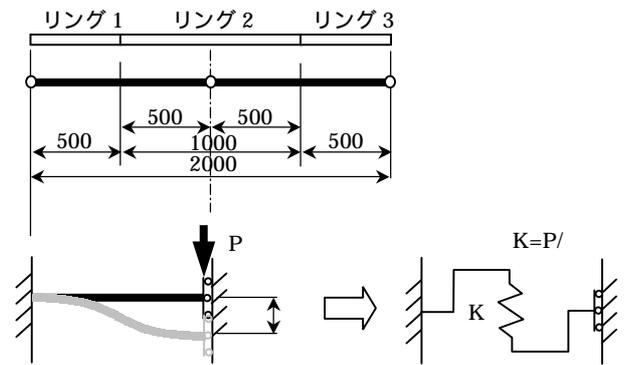


図 4 はり - バネモデルのモデル化

表 1 結果一覧 (kN)

試験ケース	許容荷重		降伏荷重計算値			最大耐力実験値	/
	曲げ	せん断	曲げ	せん断	リング継手		
Case1	23.4	5073	35.7	8697	362.8	58.8以上	2.51以上
Case2	23.4	5073	35.7	8697	241.2	57.2以上	2.44以上

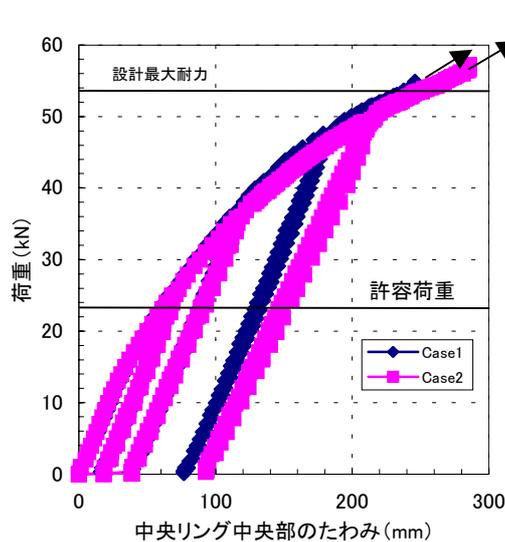


図 5 荷重-変位関係 (試験体中央部)

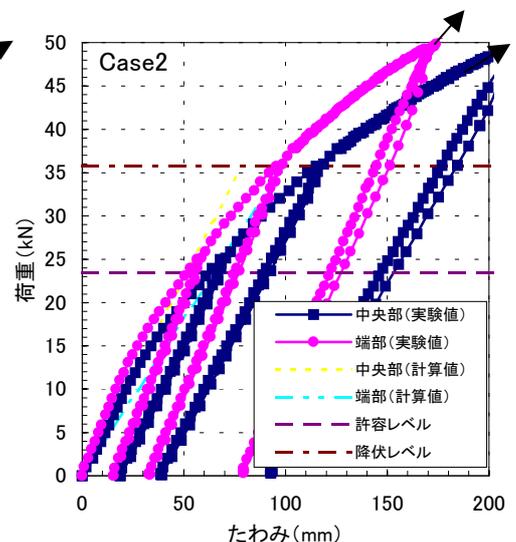


図 6 荷重-変位関係 (実験値、計算値の比較)

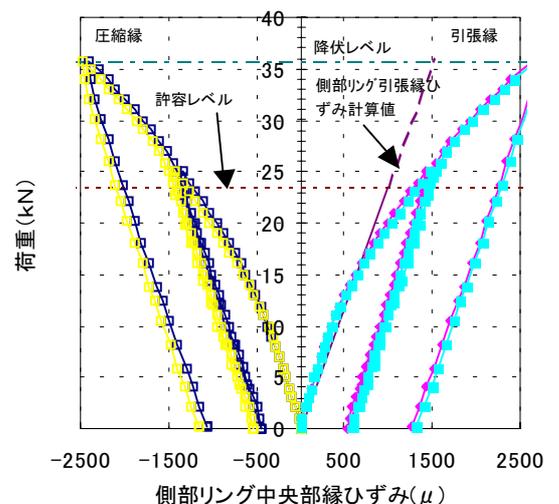


図 7 荷重-側部リングひずみ関係