

場所打ち鉄骨コンクリートライナーの開発（その4）－せん断実験－

大豊建設(株) 正会員 近藤 紀夫
 大豊建設(株) 大久保健治
 大豊建設(株) 正会員 ○鈴木 佳樹
 川崎製鉄(株) 正会員 大久保浩弥

1. はじめに

近年、シールドトンネルの大断面化が進んでいる。このような大断面化が進むと、従来のRCセグメント（工場製作）では、運搬重量の制限から分割数が増加し、組立施工能率の低下および現地への運搬費を含めたコスト等の課題がある。これらの課題を解決するために、RCセグメントに代わる覆工体として、簡易な骨組み構造の鋼枠と場所打ちコンクリートからなる場所打ち鉄骨コンクリートライナーを開発した。

開発に伴い、性能確認実験として前年度は曲げ実験を実施した。今年度は、引き続きせん断実験およびコンクリート打設実験を実施した。本稿ではせん断実験結果について報告する。

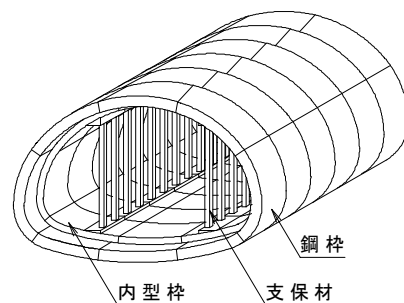


図-1 概念図



写真-1 鋼枠

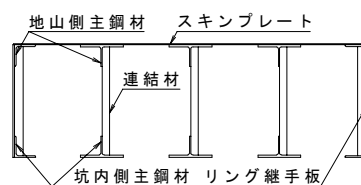


図-2 鋼枠断面図



写真-2 載荷状況

2. 工法概要

場所打ち鉄骨コンクリートライナーとは、簡易な骨組み構造の鋼枠と場所打ちコンクリートからなる覆工体である。

施工手順は、まず、シールドテール内で鋼枠を組み立て、内側に型枠兼支保工となる内型枠を組み立てる。次に鋼枠内にコンクリートを打設し、コンクリート硬化後、内型枠を脱型して覆工完成となる。脱型した内型枠はシールドテール部に搬送し、順次転用する。なお、シールドは内型枠に反力を取って掘進し、コンクリートの打設はシールドの掘進と平行作業で数リング後方から順次行う。

3. 実験目的

本実験は、鋼枠に打設したコンクリートが硬化し、内型枠を脱型した状態である完成断面における本体部と継手部を対象として、せん断性能およびRC断面理論による設計法の妥当性を確認することを目的とした。

4. 実験概要

実験は、本体部を対象としてせん断補強鋼材を配置した CASE-1 と継手部を対象としてせん断補強鋼材を配置しない CASE-2 の2ケース行った。

鋼枠は直線状とし、高さおよび幅は、3車線馬蹄形道路断面を対象として行った試設計断面の1/2とした。長さについても試設計で得られた最も長い鋼枠のほぼ1/2とした。ただし、スキンプレートは、せん断破壊を先行させるために必要板厚を確保した。ここで、鋼枠寸法は、幅1.25m、高さ0.4m、長さ3.3mであり、材質はSS400を基本としてスキンプレートのみをSM490Aとした。

コンクリートは呼び強度30N/mm²のレディーミクストコンクリート（早強、Gmax=20mm）を使用し、スキンプレートが下側に位置するようにして上方から打設した。

キーワード 大断面シールドトンネル、ライナー、鉄骨コンクリート、設計法

連絡先 東京都中央区新川 1-24-4 TEL 03-3297-7011 FAX 03-3297-7065

載荷は2点載荷方式（等曲げ区間 100cm、せん断区間 60cm）で行った。なお、軸力は載荷装置が大規模となることやスキムプレートが極端に厚くなることが予想されたことから、負荷しなかった。

5. 実験結果

載荷荷重と支間中央点のたわみの関係を図-3、4 に、実験結果一覧を表-1 に示す。また、コンクリートのひび割れ状況を観察するために、実験後にリング継手板を溶断した試験体状況を写真-3、4 に示す。

(1) CASE-1（本体部）

リング継手板および坑内側主鋼材である L 形鋼が終局荷重付近で座屈したものの、終局荷重は 8,770kN であった。この値は、コンクリート、連結材およびせん断補強鋼材を考慮した理論せん断耐力（4,520kN）の約 1.9 倍、同様にして算出した理論許容せん断力（1,466kN）の約 6.0 倍であった。

実験結果より、本構造は十分なせん断耐力を保持していることが確認できたとともに、上述の設計法が妥当であると考ええる。

実験後、リング継手板を溶断し、コンクリートのひび割れ状況を確認したところ、多数のせん断ひび割れを確認することができた。

(2) CASE-2（継手部）

終局は曲げによるボルトの破断で、終局荷重は 2,053kN であった。この値は、従来の RC セグメントと同様に、各ボルトの許容せん断力の総和として算出した理論許容せん断力（1,331kN）の約 1.5 倍であった。今回の実験では、せん断耐力が許容せん断力の 1.5 倍以上であることまでは実証できたものの、その比率を特定するまでには至らなかった。しかし、実験結果より本構造でも RC セグメントと同様のせん断設計法を用いても良いと考えられる。

表-1 実験結果

実験ケース	理論値		実験結果		③／①	③／②
	許容せん断力 ①	せん断耐力 ②	最大荷重 ③	終局状態		
CASE-1	1,466kN	4,520kN	8,770kN	せん断破壊	5.98	1.94
CASE-2	1,331kN	—	2,053kN	曲げ破壊 (せん断区間)	1.54	—

6. 結論

本実験結果より、CASE-1 においては高い安全率が得られたことから、十分なせん断耐力が確認できた。本覆工は、コンクリートを鋼枠で拘束することにより、コンクリートのひび割れ発生および変形を抑制する構造であるため、大きな終局耐力が得られたと思われる。CASE-2 においては継手部の曲げ破壊が終局となったものの、終局荷重は理論許容せん断力を上回る結果となった。これらの結果から、理論解析に用いた RC 断面理論による設計法が妥当であると考ええる。

今後は、本実験を含めた性能確認実験結果を踏まえ、実用化に向けて更なる研究を進めていく予定である。最後に、本研究をご指導頂いた関係各位に深く感謝の意を表します。

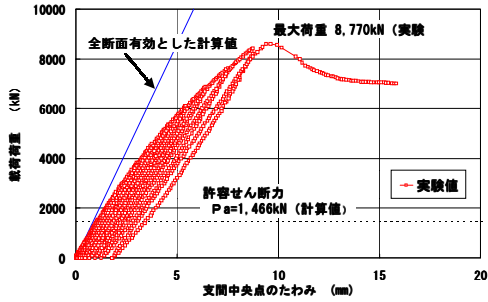


図-3 実験結果（CASE-1）

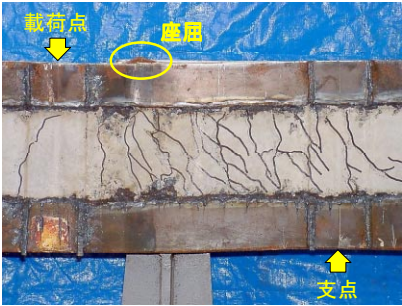


写真-3 実験後の試験体状況
(CASE-1)

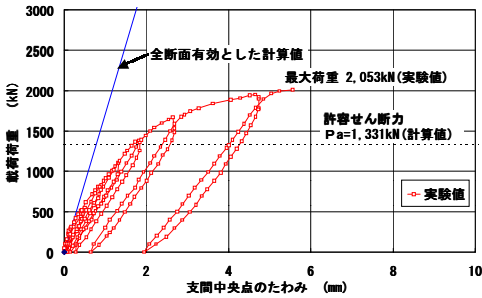


図-4 実験結果（CASE-2）

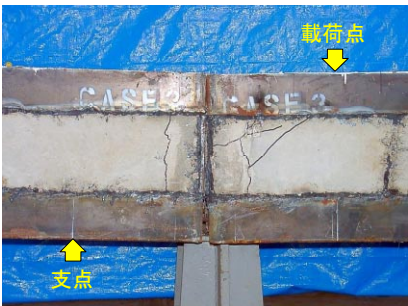


写真-4 実験後の試験体状況
(CASE-2)