

合成セグメントの合理化に関する基礎的研究 (その1)

西松建設(株) 正会員 ○大江 郁夫 磯 陽夫
浅野 治仁

1. 本研究の背景

大深度地下トンネルにおける非開削切上げ部、避難路や横坑などの非円形または欠円断面では、重構造セグメントが求められる。近年、大断面の重構造セグメントとして用いられてきたダクティルセグメントの国内生産が中止されたことから、このような場面では合成セグメントが利用されつつある。

合成セグメントの背面に止水鉄板を設置すれば、重構造だけでなく、高水圧下での止水性、耐久性の向上が期待されるが、鋼板が厚いことによる加工性、構造が複雑であることによる製作の効率性などが要因で、大断面シールドトンネルの合成セグメントのコストや製作工期を増大させる傾向にある。

そこで、合理的な合成セグメントを開発する緒として、スタッドジベルを例にずれ止めの合理的配置を確認するため、2本主桁および3本主桁の供試体を用いた実験を行うこととした。本報文では、本開発の目指す方向と2本主桁の試験結果について報告する。

2. 合成セグメントの開発目標

本セグメントは主桁とスキンプレートで製作した5面鋼殻で構成された鋼製セグメントとRC構造の合成構造を基本とし、

- ・ 高い曲げ耐力を確保するため、すべての鋼板は全断面有効を目指す。これにより、主桁とスキンプレートの薄肉化を図り、鋼材の加工性を確保する。
- ・ 鉄筋籠挿入の合理化を図るため、ジベルと鉄筋の配置に配慮する (図-1)。

を目指すこととした。

さらに、コストダウンを図るためにはジベル等のずれ止めの合理的な設計が必要である。シールドトンネルでは、隣接したセグメントが拘束することで主桁とRCの間には摩擦力が発揮され、道路橋示方書¹⁾等で算出されるジベル本数ほどは必要がないと考え、大幅にジベル本数を省略することとした。

また、スキンプレートも主桁ほどではないが、5面鋼殻で覆われている拘束効果を期待し、ジベルを省略できると考えた。

3. 実験の概要

(1) セグメント

図-2 に2本主桁タイプの合成セグメントの概念図を示す。また、表-1 に供試体の諸元を示す。スタ

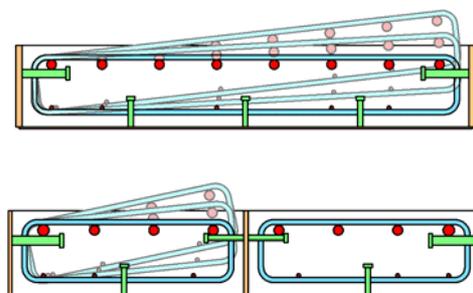


図-1 鉄筋籠の挿入性

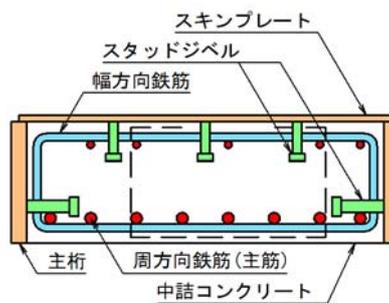


図-2 合成セグメント概念図

表-1 供試体諸元

外観形状		鉄筋	
長さ	4500 mm	本数-径	8-D25
幅	1000 mm	鉄筋量	40.536 cm ²
厚さ	220 mm	鉄筋比	1.99 %
設計基準強度		材質	
f _{ck}	48 N/mm ²	外主桁スタッドジベル	SD345
スキンプレート		径	22 mm
厚さ	6 mm	高さ	130 mm
材質	SM490	本数	30 本
主桁		スキンプレート用スタッドジベル	
外主桁厚さ	16 mm	径	13 mm
高さ	214 mm	高さ	80 mm
材質	SM490	本数	50 本

キーワード 大深度, 合成セグメント, ジベル

連絡先 〒105-8401 東京都港区虎ノ門 1-20-10 西松建設(株)土木設計部 TEL03-3502-7560

ッドジベルは、外主桁には鋼コンクリートサンドイッチ設計指針(案)²⁾で必要とされるスタッドジベルの50%の本数を設置した。また、スキンプレートにはφ13mmのスタッドジベルを300mm間隔で設置した。

なお、ジベルのずれ止め効果の影響を確認するため、縦リブや継手などずれ止め効果を発揮すると考えられるものは、供試体に設置しないこととした。

(2) 試験方法

試験方法は、支持スパン 4,000mm, 载荷スパン 1,000mm の水平2点载荷, 両端可動支持の単純曲げ試験とし、正曲げ試験を実施した。トンネル縦断方向の拘束を模擬するため、拘束治具(鋼材+PC鋼棒+テフロン板)で外主桁を拘束した。

(3) 試験結果

試験結果を表-2, 図-3に示す。トラブルにより途中で試験を終了したが、設計終局荷重は超えた。また、図-4示すように、抵抗荷重および短期荷重(抵抗荷重×1.5)でひずみ分布を確認したところ、鋼材とRCのずれは小さいことを確認できた。さらに、せん断力を大きく受ける箇所であっても、スタッドジベルのひずみは低レベルであった(図-5)。

4. 試験より得られた知見

- ① 主桁・スキンプレート・鉄筋の応力分布のずれは小さく、かつ鉄筋位置の主桁と鉄筋のひずみの差も小さいことが分かった。よって、RCと鋼材間のずれはなく、隣接セグメントの拘束効果等を考慮した合成構造は成立したと判断した。
- ② 中主桁のない「幅/桁高=約 5.5」の比較的幅広なセグメントでも、スキンプレートと鉄筋のひずみのばらつきはなく、スキンプレートは全断面有効であることを確認できた。
- ③ 基準等に照らせばスタッドジベルの仕様(径, 本数)が十分ではないことから、スタッドジベルのひずみが大きくなると考えていた。しかし、正曲げ試験でのスタッドジベルのひずみは、主桁・スキンプレートとも小さいことを確認でき、さらなる合理化の可能性を示唆した。

謝辞

本研究は早稲田大学小泉教授の指導を頂いたものであり、ここに深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 社団法人道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅱ鋼橋編，平成24年3月
- 2) 社団法人土木学会：コンクリートライブラリー73 鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案)，平成4年7月

表-2 試験結果のまとめ

		正曲げ試験
ひび割れ荷重	設計値	59.2 kN
	試験結果	97.1 kN
終局荷重	設計値	613 kN
	試験結果	621 kN

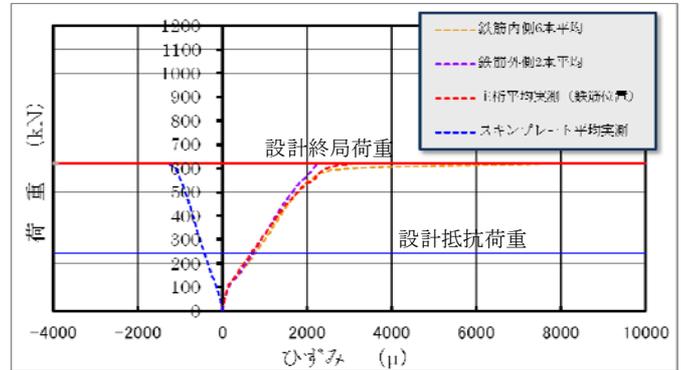


図-3 ひずみ-荷重図

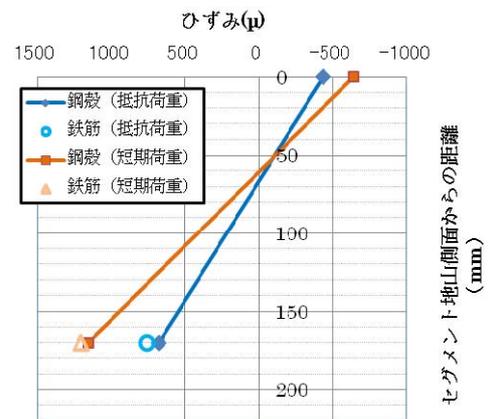


図-4 ひずみ分布図

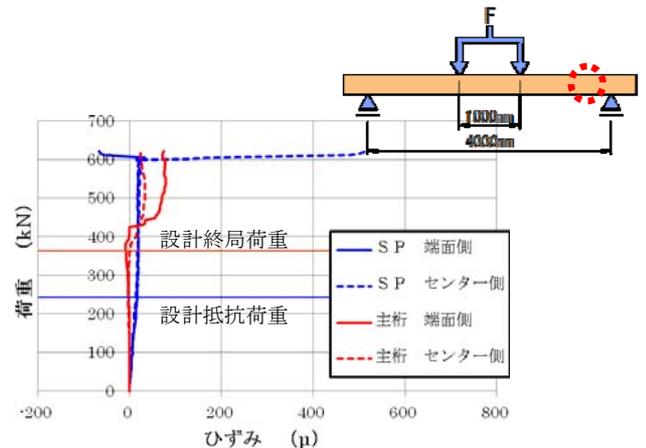


図-5 スタッドジベルのひずみ