

III-631

コンクリート中詰め鋼製セグメントの強度特性

鋼製セグメント工業会 正会員○三木 甫， 佐野 陽一（新日本製鐵株式会社）
 “ 大口 克人（日本鋼管ライトスチール株式会社）
 “ 浅野 祐輔（石川島建材工業株式会社）

1. はじめに

地下利用の高度化・高層化に伴い、シールドトンネルも大深度化する傾向にある。このような場合、セグメントに作用する断面力としては、軸力が曲げモーメントよりも卓越することとなる。そこで、著者らは既存の鋼製セグメントにコンクリートを中詰めし、曲げモーメントを鋼で、軸力をコンクリートで負担させる合理的なセグメントの開発に取り組んでいる。本文では、このコンクリート中詰めセグメントの強度試験を行いセグメントの基本的な強度性能及びコンクリートがセグメントに及ぼす影響について考察している。

2. 実験方法

(1) 供試体

供試体の基本形状を表-1に、仕様を表-2に示す。

供試体としては、コンクリートを中詰めしたものと比較のためにコンクリートを中詰めしないものを作製した。コンクリート中詰め鋼製セグメントの供試体は、鋼殻の中にコンクリート（ $\sigma_{ck}=240 \text{ kgf/cm}^2$ ）を充填、所定の期間（14日）養生して作製した。

表-1 供試体の基本形状

ベースセグメント	標準鋼製セグメント M8-1
使用セグメント	A型セグメント
外径	$\phi 2150 \text{ mm}$
幅	1000 mm
桁高	125 mm

表-2 供試体の仕様

材質	スリット	主桁	継手板	縦リブ	中詰め
(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	コンクリート
SM490A	3.0	8.0	8.0	7.0	無
		8.0	8.0		有

(2) 実験方法

平面上で両端可動支持として2点集中荷重で単体正曲げ試験（図-1）及び単体負曲げ試験（図-2）を最終状態まで載荷し、コンクリート表面のひび割れは目視により確認した。

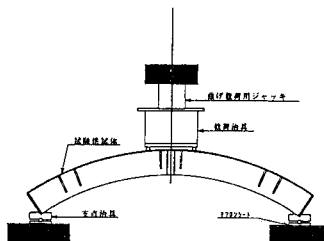


図-1 単体正曲げ試験

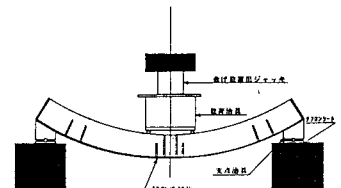


図-2 単体負曲げ試験

3. 実験結果と考察

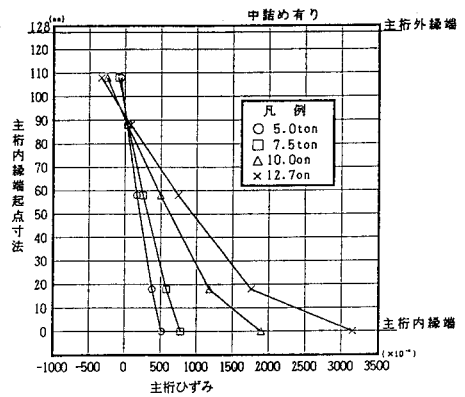
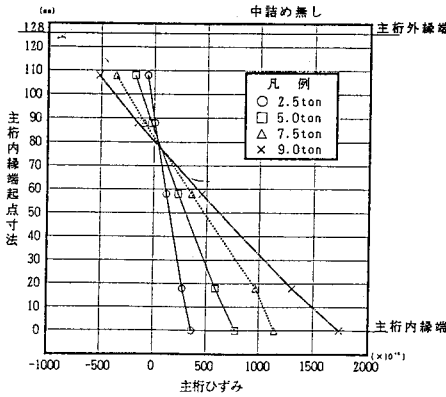
表-3に実験結果一覧を示す。コンクリートのひび割れ発生荷重に注目すると、正曲げ試験の場合はコンクリート表面が引張り側となるため載荷の早い段階（3.8tf）でひび割れが発生している。一方、負曲げ試験ではコンクリート表面が圧縮側となるため最終荷重近く（74.7tf）までひび割れは発生していない。また、最大荷重等を比較してみても、負曲げ試験においてコンクリートの影響が顕著である。これより、本セグメントの強度特性に対してコンクリートの状態が及ぼす影響は大きく、特にコンクリートが強い強度を発揮する負曲げ状態においてその効果が大きいと考えられる。

表-3 試験結果一覧表

主桁厚 (mm)	載荷方向	中詰め	ひび割れ発生 荷重(tf)	主桁の許容ひずみ 荷重(tf)	主桁の降伏ひずみ 荷重(tf)	最大荷重 (tf)
8.0	正	無	—	6.0	8.0	11.7
8.0	正	有	3.8	5.5	9.5	22.7
8.0	負	無	—	5.5	10.5	21.5
8.0	負	有	74.7	24.7	44.4	79.4

図-3, 4に、載荷荷重における主桁ひずみの分布を示す。これらを比較すると、コンクリートを中詰めす

ることにより中立軸の位置が主桁外縁側に遷移しているのがわかる。これは、鋼殻がコンクリートを押さえつけようとする反力により、主桁内縁側に大きなひずみが発生し



たことにより平 図-3 載荷荷重における主桁ひずみの分布 図-4 載荷荷重における主桁ひずみの分布 面ひずみ状態が変化し、中立軸の位置が遷移したのと考えられる。また、載荷の進行に伴いコンクリートのひび割れは発達したが、最終荷重到達時においてもコンクリートの脱落はなかった。これは、セグメント中の縦リブで仕切られたコンクリートブロックが、縦リブで拘束されることにより脱落が防止されたものと考えられる。これらのことから、本セグメントの鋼殻とコン

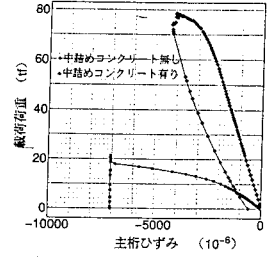
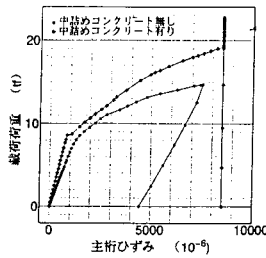


図-5 荷重～主桁ひずみ関係 図-6 荷重～主桁ひずみ関係

図-5, 6 に、荷重～主桁ひずみ関係を示す。これらを比較すると、正曲げ状態に対してはセグメントに及ぼす中詰めコンクリートの影響が小さいこともあり、破壊形式は類似している。一方、負曲げ状態に対してはコンクリートを中詰めしなかった方は塑性変形しているのに対し、コンクリートを中詰めした方は脆性的な破壊を示している。これは、セグメントの破壊が正曲げ状態では中詰めコンクリートの有無に関わらず鋼殻の破壊で決定しているのに対し、負曲げ状態ではコンクリート中詰め鋼製セグメントの破壊がコンクリートの圧壊により決定しているためであると考えられる。さらに、負曲げ状態においてはコンクリートを中詰めしたことにより、スキンプレートの有効幅が増加するものと考えられる。通常、セグメントの主断面におけるスキンプレートの有効幅はスキンプレート厚の25倍とされている¹⁾。スキンプレート厚の25倍有効および全幅有効として算定した終局荷重と実験値とを比較みたところ、スキンプレート厚の25倍有効 (27.1tf)、全幅有効 (63.2tf)、実験値 (79.4tf) となり、全幅有効とした場合の方が実験値により近い値となった。したがって、負曲げ状態においてはスキンプレートは全幅有効の方が実際の状態に近いものと考えられる。

以上のことから、本セグメントは高強度を有するセグメントであるといえる。

4. おわりに

本研究は、鋼製セグメント工業会の開発として実施したものである。この実験結果より、本セグメントが高強度を有することが確認された。今後、本セグメントに最適な継手構造やスキンプレートの有効幅の検討等を行い、合理的なコンクリート中詰めセグメントの設計・製造方法の確立を課題として考えている。末尾となりましたが、本研究を行うにあたって御指導頂いた早稲田大学の村上名誉教授、小泉教授に慎んで謝意を表します。

<参考文献> (1) (社)日本下水道協会：シールド工用標準セグメント