

嵌合方式合成セグメントの幅広化について一面圧載荷試験結果報告

新日本製鐵株式会社 正会員 ○佐田崇  
中島正整 三宅正人 石田宗弘

1. はじめに

当社では、シールドトンネル用セグメントとして、二次覆工省略型嵌合方式合成セグメント（以下 NM セグメント）の開発に取り組んでいる。NM セグメントは、主桁が断面端部に離散的に配置された鋼殻に、コンクリートを詰めた鋼-コンクリート合成構造（図1参照）である。

現在、工期短縮による公共事業のコスト削減を目的として NM セグメントの幅広化を図っている。幅広化では、主桁仕様を変更せずセグメント幅を広げることで、中詰めコンクリート部に作用する土水圧が大きくなり、主桁部よりも中詰めコンクリート部の曲げ変形挙動が先行し、合成構造部材として性能を発揮しなくなる可能性が考えられる。本稿では、幅 2400mm、桁高 300mm（幅/桁高=8.0）の平板型供試体を用いて、トンネル供用時の発生断面力状態を模擬した軸力を導入した面圧載荷試験試験及び軸力を導入しない単純曲げの面圧載荷試験の 2 ケースを行い、幅広 NM セグメントの性能確認を実施したのでその結果を報告する。

2. 試験概要

図-2 に試験概要図を示す。試験では、スキンプレート側に水圧バッグ(写真-1)を設置し、反力版で鉛直載荷することにより等分布荷重を載荷した。写真-2 に載荷状況を、図-3 に荷重載荷位置概要図を示す。面圧荷重を中詰めコンクリート部のみに局所的に作用させているが、これは主桁部よりもコンクリートの曲げ変形を先行させて、供用時よりも厳しい条件で挙動評価を行うためである。図-4 に試験体断面図を示す。本試験では試験体に直接軸力を導入する為に、シース管を配置している。

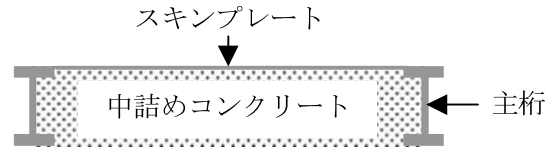


図1：NMセグメント概略図

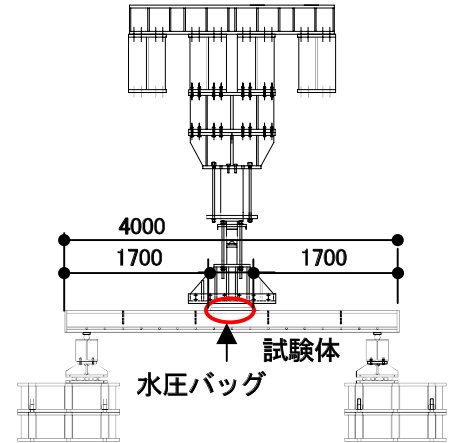


図-2 試験概要図



写真-1 水圧バッグ

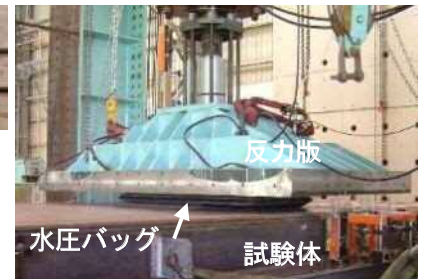


写真-2 載荷状況

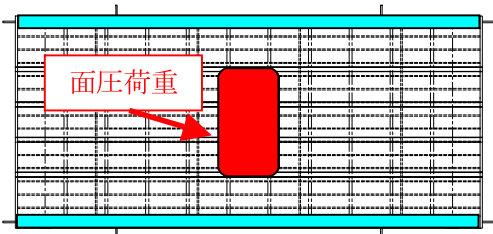


図-3 面圧荷重載荷位置概要図

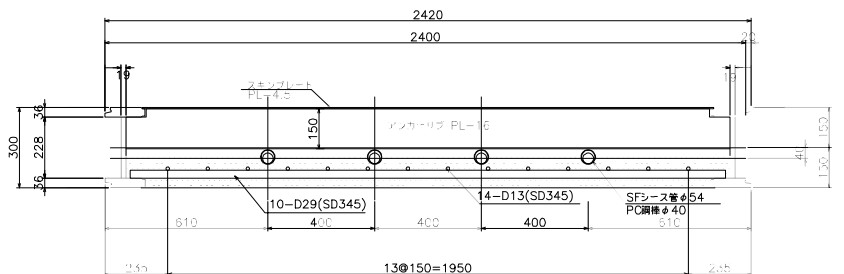


図-4 試験体断面図

3. 実験結果

NM セグメントの断面設計モデルは有効断面を主桁(鉄筋換算)とコンクリート全幅(引張側無効)とする RC 断面（以下、構造モデル）とみなして設計を行っている。表-1 および表-2 に構造モデルによる発生断面力算定に用いた材料物性値を示す。

表-1 鋼材の引張試験結果

	降伏強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )
SM490(規格値)	325	490
実験値	328	546

キーワード シールドトンネル覆工, 嵌合方式合成セグメント, 面圧載荷試験

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20-1 TEL : 0439-80-3087 FAX : 0439-80-2745

(1) M-φ関係

図-5, 6 に実験値と構造モデルより算定した M-φ 関係図を示す。図の上を示すセグメント断面概略図は、構造モデルの有効断面状態を示している。試験値における曲率φはスパン中央位置における主桁部の圧縮縁および引張縁ひずみより算定している。試験結果は、構造モデルより算定した結果と良い対応を示している。

表-2 コンクリート圧縮試験結果

	圧縮強度 (N/mm <sup>2</sup> )	静弾性係数 (×10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )
Case1(軸力有り)	50.1	3.47
Case2(軸力なし)	53.7	3.49

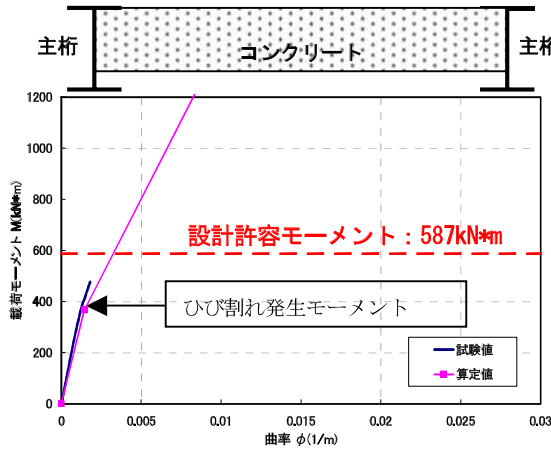


図-5 M-φ 関係図 (Case1 : 軸力有り)

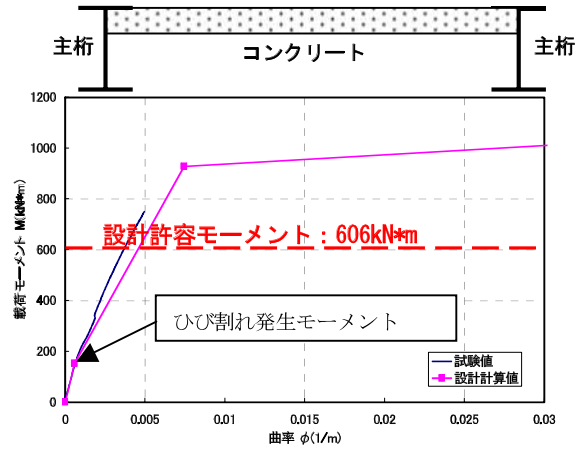


図-6 M-φ 関係図 (Case2 : 軸力なし)

(2) 主桁高さ方向ひずみ分布

図-7, 8 に载荷スパン中央位置における主桁部高さ方向のトンネル周方向の軸ひずみ分布を示す。図中の算定値は、Case1 では構造モデルを用いて算定した最大载荷モーメント (477kN\*m) 時の中立軸位置を示しており、Case2 では設計許容モーメント (606kN\*m) 時の中立軸位置を示している。両試験結果とも構造モデルより算定した結果と良い対応を示している。

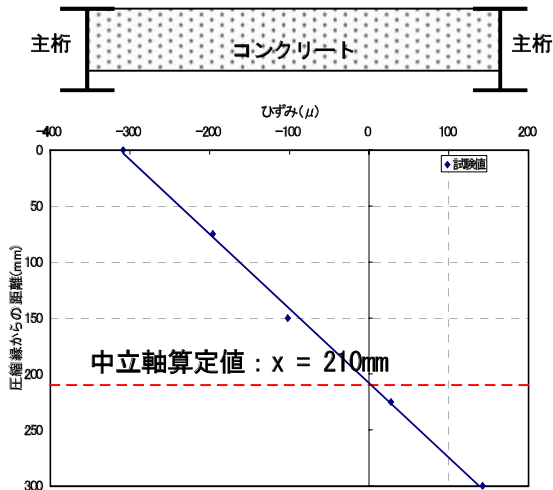


図-7 主桁部中立軸位置 (Case1 : 軸力有り)

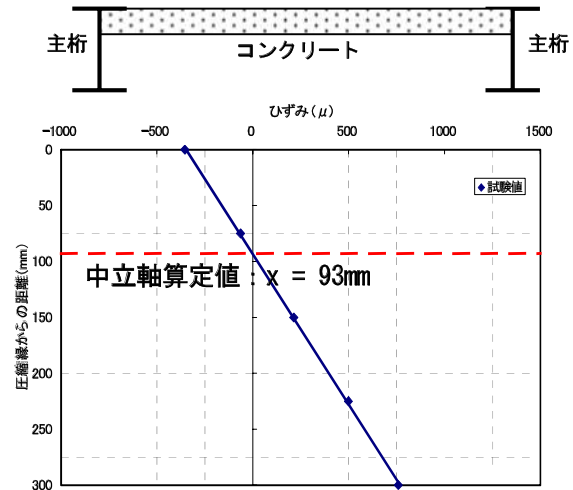


図-8 主桁部中立軸位置 (Case2 : 軸力なし)

4. まとめ

今回幅 2400mm, 幅/桁高=8.0 の幅広 NM セグメントを用い、供用時より厳しい荷重条件 (中詰めコンクリート部のみに局所的に等分布荷重を载荷) で面圧载荷試験を実施し、従来用いてきた構造モデルの妥当性を確認した。その結果、下記の事項が確認された。

- ① 両試験結果とも本構造モデルを用いた算定値と M-φ 関係において良い対応を示している
- ② 中立軸位置の算定において本構造モデルによる算定結果と試験結果が概ね一致する

以上より、幅 2400mm, 桁高 300mm (幅/桁高=8.0) の幅広 NM セグメントは軸力の有無に関係なく、また局所的に中詰めコンクリート部へ面圧荷重を载荷した場合でも本構造モデルにより設計可能であると考えられる。