

合成パネルリング載荷試験

新日本製鐵(株) 正会員 中山裕章 三宅正人

1. 目的

開かずの踏み切りや交通渋滞対策として既設の鉄道や道路下にアンダーパスを構築するために、ボックスカルバートを設置する工法が広く行われている。しかしボックスカルバートとしては現場組立てのRC造であることが多く、工期がかかり道路交通の障害となる。またボックスカルバートの桁高が高くなると地中深くまで掘削することになり、既存道路までのアプローチ距離が長くなるため土地買収が困難になることがある。そこで、現場施工を省力化できしかもボックスカルバートの薄壁化が可能となる、プレファブ型の鋼殻とコンクリートとを組み合わせた合成パネルの開発に取り組んでいる。今回合成パネルを矩形断面に構築したときの曲げモーメントの伝達効果（千鳥組みの効果）を検証することを目的に、リング載荷試験を実施したのでその結果を報告する。

2. 合成パネル構造仕様

既に地下河川用の円形シールドトンネル等に実用化されているNMセグメント¹⁾（図-1, 2）を、合成パネルとして矩形断面に適用した（図-3）。NMセグメントは以下のような特徴を有している。

- ① 主桁・スキンプレートから成る鋼殻中にコンクリートを打設した合成構造であるため薄肉化が可能。
- ② 嵌合方式継手による急速組立て施工が可能。
- ③ 凹凸を有する鋼製の主桁フランジが周方向に渡りリング間で重なり合うため、リング間でのせん断抵抗が大きい。
- ④ 主桁フランジの凹凸部に取付けた吸水性膨張ゴムによる高止水性能。

矩形断面として隅角部を有する4つのパネルから1リングを構成し、パネル間継手位置がボックスカルバート軸方向で重ならないよう、リング間では各パネルを千鳥組に配置した。試験体の内寸は幅1500mm・高さ2000mmであり、各合成パネルは桁高200mm・幅1200mmに統一されている。隅角部は、内縁側は主桁同士を直角に溶接にて連結し、外縁側は曲率(150R)を有する構造となっている。

3. 試験方法

図-4に示すように、合成パネルを上下3段に積み重ね、中央リングの中心部分に1パネル幅長さ分の2枚の載荷板治具（幅100mm，中心間隔200mm）を押し当て荷重を載荷した。載荷側と反対側は全面を反力壁に押し付け、両側面はフリーな状態とした。最下端部においては、架台と合成パネル間での摩擦抵抗の影響を排除するため、架台上部にテフロンシートを設置した。上下端2リングの端部においては、隣接するリングがなくパネル間継手がフリーとなるため、図-5に示すように主桁のフランジとウェブとで囲まれた空間内部にC型形状の連結材を組み込み主桁とボルト接続し、当該接続箇所を補強した。

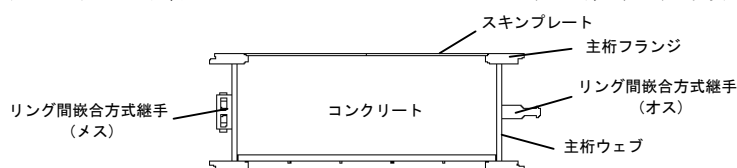


図-1 合成パネル断面図

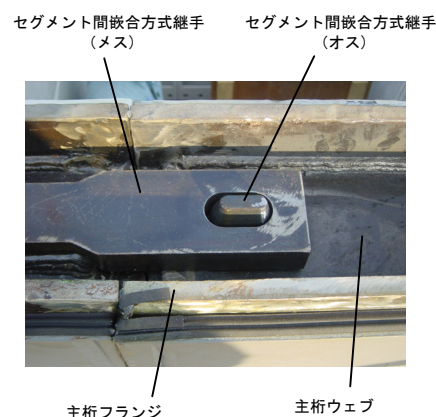


図-2 セグメント間嵌合方式継手

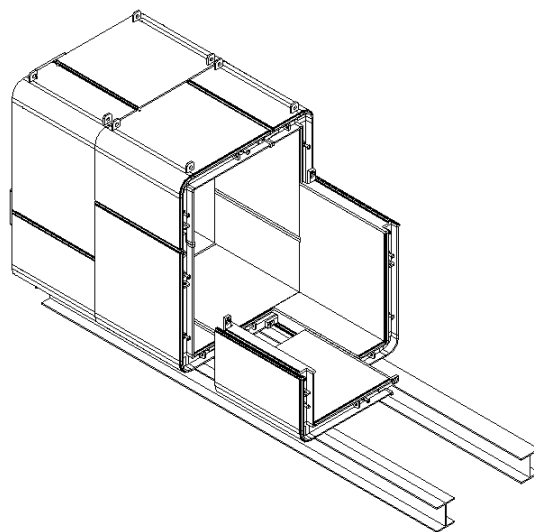


図-3 合成パネルの矩形断面への適用

合成構造パネル・矩形断面・千鳥組・リング載荷試験

〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 tel0439-80-2196 fax0439-80-2745

4. 試験結果

荷重は全ての部材が許容応力レベル以下となる範囲内でのみ行い、単調に荷重を増加させた。

(1) 荷重方向変位

図-6にリング内空側幅方向中央に取付けた変位計の計測結果を示す。図中「両端リング平均」とあるのは上下両サイドのリングの平均変位であることを示す。荷重は中央リングのみ載荷したが、両端のリングにおいても中央リングの半分程度の荷重方向変位が生じており、両リングでも荷重荷重に抵抗していることが分かる。

(2) ひずみ分布

図-7に最大荷重260kNを載荷した際の、ジャッキ載荷面側のリング幅方向中央位置で、中央リングと上端リング接続箇所の各主桁において発生した曲げ荷重に伴うリング周方向ひずみの桁高方向分布を示す。当該位置に貼り付けたひずみゲージは2枚の載荷板に挟まれた位置にあるため曲げ荷重のみが作用している。ひずみの計測位置としては、図中縦軸の0mmがリング内空側フランジ下端面であることを示す。

中央リングで大きなひずみが発生し、上端リングでのひずみの発生は小さい。しかしひずみの大きさは違うものの、中央リングと上端リングとで同方向のひずみの発生傾向が見られる。主桁の桁高方向の各ひずみゲージ同一高さ位置において、中央リングに対する上端リングでのひずみの発生割合は表-1のように観察された。曲げ荷重に対して、上端リングにおいては中央リングに発生するひずみに対して平均的にほぼ12%のひずみが発生していることが分かる。この値は、図-8に示す参考文献²⁾の曲げモーメントの伝達の考え方に従うと、 $(M_2/2)/M_1$ に相当する。これから当該文献における曲げモーメントの割増率 ζ を求めると以下のように求まる。

$$\zeta = \frac{M_2}{M} = \frac{M_2}{M_1 + M_2} = \frac{M_2/M_1}{1 + M_2/M_1} = \frac{0.24}{1 + 0.24} = 0.19$$

5. まとめ

今回隅角部を有する合成パネルにより矩形リングを構築し、千鳥配置による隣接リングへの荷重の伝達状況を観察した。その結果、

- ① 曲げモーメントの一部はリング継手のせん断抵抗により千鳥に組まれた隣接リングへ伝達される。
- ② 参考文献²⁾に従った場合、曲げモーメントの割増し率はおおよそ19%である。

ことが確認された。

【参考文献】

- 1) <http://www.ena.or.jp/GEC/tec/syokai/sk14.PDF>
- 2) セグメントの設計，平成6年，土木学会

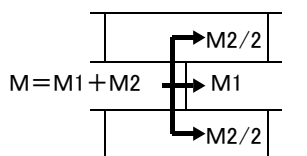


図-8 曲げモーメントの伝達²⁾

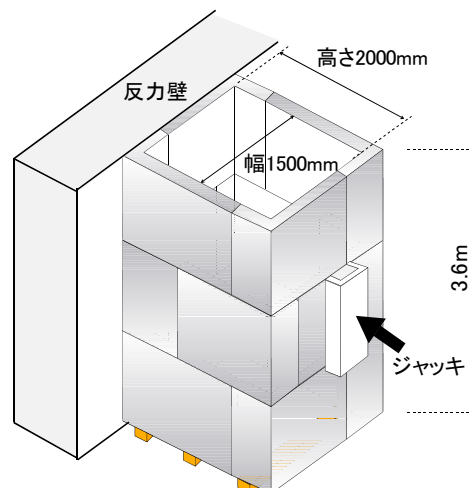


図-4 載荷方法

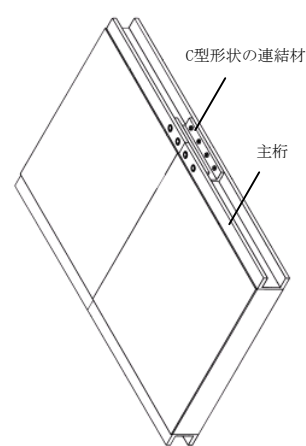


図-5 C形状連結材による継手

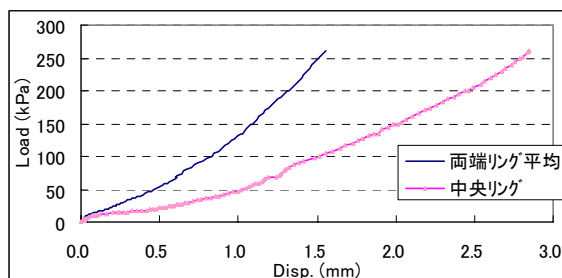


図-6 載荷方向変位

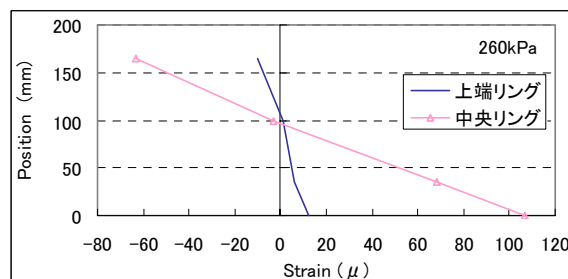


図-7 主桁桁高方向ひずみ分布（最大荷重時）

表-1 主桁におけるひずみの発生割合

上端リング / 中央リング	(%)
外縁側フランジ下端	15.9
内空側フランジ上端	8.8
内空側フランジ下端	11.2
平均	12.0