

プレキャストカルバートの頂版 PRC 構造および側壁凸型継手構造の基礎研究

ジオスター (株) 正会員 ○横尾 彰彦
九州工業大学 フェロー会員 出光 隆
ジオスター (株) 正会員 渡辺 敬一
ジオスター (株) 正会員 田中 秀樹

1. はじめに

従来、実用化されているプレキャスト大型暗渠には、組立式アーチ工法や二分割ボックス工法などがある。この組立式アーチ工法は、土被り厚が少ない場合、上部の円弧形状による建築限界の制約を受ける。また、二分割ボックス工法は、製品重量が比較的軽く、形状寸法でも運搬上の制約があり、大断面化には多くの課題が残されている。そこで筆者らは、ボックスカルバートの分割方法に着目し、頂版部材、側壁部材および底版部材（場所打ちコンクリート）で構成される4分割構造の大断面プレキャストボックスカルバート（図-1）を考案した。

本カルバートは、頂版部材には薄肉化を図るため PRC 構造を適用し、さらに、側壁では、曲げモーメントが大きく作用する位置での接続に添接効果を期待する凸型継手構造を開発した。

本稿では、頂版 PRC 構造と側壁凸型継手構造について性能確認実験を行った結果を報告する。

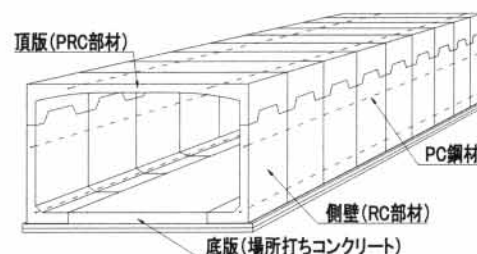


図-1 大断面プレキャストボックスカルバート

2. 実験概要

2.1 頂版部材 (PRC 構造) の性能確認実験

頂版部材は、構造上 PC 鋼材の偏心量が小さく、圧縮側鉄筋量も多い断面となることから、圧縮側鉄筋拘束力の影響を受けることが予想される。そこで、図-2に示す矩形断面の供試体を製作し、図-3に示す載荷方法により曲げ実験を行った。曲げ実験は、供試体材齢7日にプレストレスを導入し、28日間、コンクリート、鉄筋、PC 鋼材のひずみの経時変化を計測した後実施した。なお、PC 鋼棒の初期緊張応力は、曲げによる応力増加を考慮して、降伏応力の 65%にあたる 702 N/mm^2 とした。

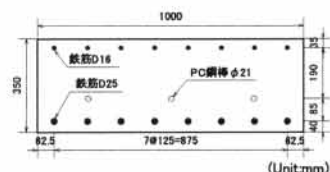


図-2 供試体断面図 (PRC)

2.2 凸型継手構造の性能確認実験

側壁接合部は、一般的にボックスカルバートのラーメン計算において、剛結合として評価するため、接合位置によっては、本体部と同等の剛性と強度が必要となる。そこで、接合部は添接効果を期待する凸型形状とした。また接合面には、ほぞを設け4組のインサート式ボルトにより結合した（図-4）。供試体の種類および形状寸法を表-1に示す。No.2～No.4におけるボルトの初期締付力は、ボルト許容応力度の 50%とした。曲げ実験は、頂版部材と同様に2点載荷により実施した。

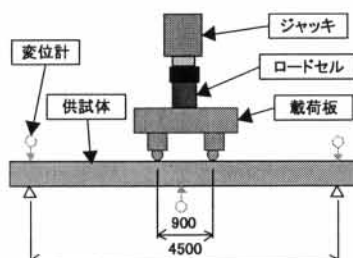


図-3 載荷方法 (2点載荷)

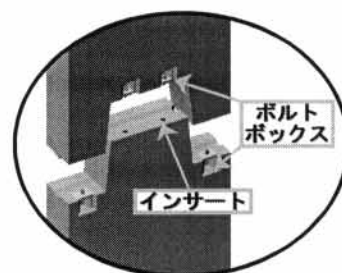


図-4 凸型継手 (タイプ 1)

表-1 供試体の種類および形状寸法

	No.	継手条件	形状	寸法 B × H	ボルト径・本数
継手曲げ 供試体	1	継手無し		1500 × 350mm	—
	2	凸型継手 (タイプ 1)		1500 × 350mm	M27-4
	3	凸型継手 (タイプ 2)		1000 × 350mm	M24-4
	4	フラット型継手		1500 × 350mm	M27-6

キーワード プレキャスト、ボックスカルバート、PRC 構造、鉄筋拘束力、凸型継手

連絡先 (〒108-0014 東京都港区芝4丁目2番3号 TEL 03-5232-1405 FAX 03-5232-2651)

3. 実験結果および考察

3.1 PRC 構造の性能確認実験

表-2 は、PC 導入 28 日目における有効プレストレス力、圧縮鉄筋・引張鉄筋の拘束力および縁応力の実測値とこれらによる図心に対する曲げモーメント・軸力の合成力と縁応力の計算値を示したものである。表中には、比較のため圧縮鉄筋を考慮しない場合の値を示した。

その結果、圧縮側鉄筋には、19.1 kN の拘束力が発生し、引張縁の縁応力は、圧縮領域で 2.52 N/mm² と、圧縮鉄筋を考慮しない場合より実測値に近い結果であった。

図-5 に部材の荷重とたわみ量の関係を示す。図中の理論値は、全断面有効とした場合のたわみ量を示したものである。実測値と理論値を比較すると、抵抗モーメント付近で 30%程度小さく、終局モーメント付近ではほぼ一致する結果であった。これは、プレストレスによるひび割れ制御効果がたわみに寄与したものと考えられる。

3.2 凸型継手構造の性能確認実験

図-6 に凸型継手の抵抗モーメント時におけるコンクリート、ボルトおよび鉄筋の増加ひずみ分布を示す。図に示すように、タイプ1の場合、ボルトひずみは理論値より小さく、タイプ2の場合、理論値とほぼ一致する結果であった。このことより凸型継手は、抵抗モーメント時に平面保持が成立し、ボルトと鉄筋の複合断面での設計が可能であると考えられる。

図-7 に荷重とたわみ量の関係を示す。図に示すように、曲げ剛性は、すべての条件とも継手無し一体ものと同様の高い結果を示した。また、各供試体の抵抗モーメント時荷重に対する破壊の安全率は、継手無しの2.3倍に対し、凸型タイプ1で2.6倍、凸型タイプ2で2.8倍と高く、終局状態に至るまで十分な継手間の応力伝達が行われていることが確認された。

4. まとめ

本研究では、大断面プレキャストボックスカルバートの開発を目的に、頂版の PRC 構造と側壁凸型継手部について性能確認実験を行った。これらの結果のまとめを以下に示す。

PRC 構造の性能確認実験：圧縮鉄筋量の多い PRC 部材は、圧縮鉄筋の拘束力を設計に考慮する必要があると考えられる。また曲げ性能については、抵抗モーメント時で十分な曲げ剛性が確認された。

凸型継手構造の性能確認実験：凸型継手は、ボルトと鉄筋の複合断面での設計が可能で、継手無しと同等の剛性と耐力を有していることが確認された。

参考文献 1) 泉満明、高棹紘一、浜岡弘二、杉山哲也：NC 継手の力学的挙動について、コンクリート工学年次論文報告集、Vol. 19、No. 2、1997

表-2 P_e 、 N_o および縁応力

	実測値				計算値		
	P_e (kN)	N_{oc} (kN)	N_{ot} (kN)	σ_{bt} (N/mm ²)	ΣM (kN・m)	ΣN (kN)	σ_{bt} (N/mm ²)
①	703	19.1	65.7	2.84	-24.6	618	2.52
②	703	-	65.7		-21.8	637	2.46

①:圧縮鉄筋を考慮する場合

②:圧縮鉄筋を考慮しない場合

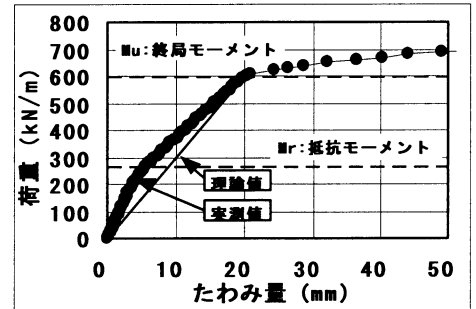


図-5 荷重-たわみ関係 (PRC)

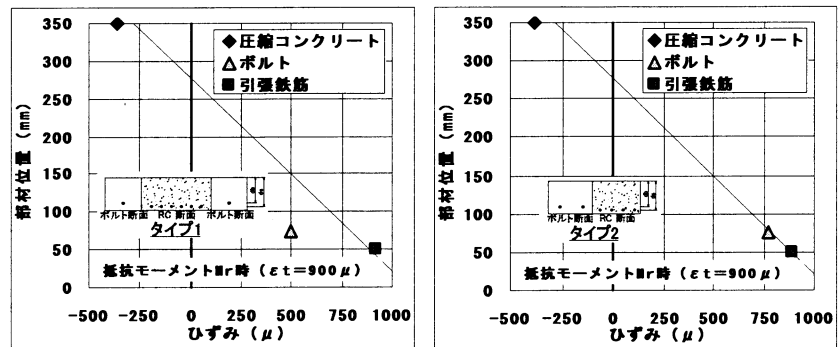


図-6 抵抗モーメント M_r 時におけるひずみ分布

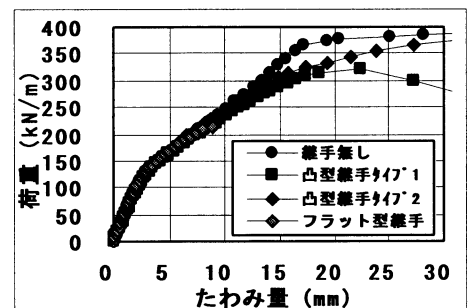


図-7 荷重-たわみ関係 (継手曲げ)