

RC 壁部材にせん断補強鋼板を用いたハーフプレキャスト構造に関する検討

東日本高速道路（株）
清水建設（株）
（株）横河住金ブリッジ
ジオスター（株）

樋本 智 広地 豪
正会員 ○馬場崎宗之助 荒木尚幸 吉武謙二
正会員 竹内大輔 関口修史 松尾卓弥
正会員 中谷郁夫 横尾彰彦 小山直人

1. はじめに

大断面ボックスカルバートの側壁を構築する際、従来工法では鉄筋や型枠を組み立て、その内部にコンクリートを打設する．一方で、工期短縮や現場の省力化を目的に、部材をプレキャスト(以下、「PCa」)化する方法がある．しかし、ボックスカルバートの断面が大きくなると、現場条件や運搬条件により分割数が多くなり施工手間が増えるため、PCa 化の効果が小さくなるケースがある．

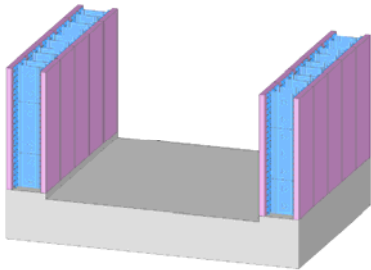


図-1 構造イメージ図

これらの課題を解決するため、側壁の両側に主鉄筋・配力筋を埋め込んだPCa板(HPCa 部材)を配置し、それらを鋼板で接続し、HPCa 部材間にコンクリートを充填する構築方法（ハーフプレキャスト構造）を開発した²⁾．図-1 に構造イメージ図を示す．鋼板は、HPCa 部材の接続を行うとともに、せん断力を負担する（せん断補強鋼板）．

このハーフプレキャスト構造が、RC 構造と同等以上の性能を有していることを確認するため、軸力を導入しない純曲げ実験および軸力を導入した軸曲げ実験を実施した．

2. 実験概要

大断面ボックスカルバートの側壁仕様を想定し、1/4 に縮小した試験体とした．配筋は、想定した側壁の引張鉄筋比および横方向鉄筋比が同等となるように設定した．試験体の緒元を表-1、表-2 に示す．

表-1 想定 RC 側壁と試験体緒元の比較

	構造寸法 (mm)				引張鉄筋比 (%)	
	幅	高さ	正曲げ有効高さ	負曲げ有効高さ	正曲げ	負曲げ
想定RC側壁	2000	2100	1905	1915	0.74	0.42
試験体	500	525	477	479	0.75	0.42

表-2 試験体諸元(実強度)

	有効高さ (mm)	せん断 スパン比 a/d	コンクリート 強度※ (N/mm ²)	主筋(SD345)		せん断補強鋼板(SS400)	
				降伏強度 (N/mm ²)	配置	降伏強度 (N/mm ²)	仕様
純曲げ(正)	477	4.2	36.3	388	9-D16	333	t=3.2mm
純曲げ(負)	479			390	8-D13		
軸曲げ(正)	477	4.2	36.2	374	6-D19		
軸曲げ(負)	479			390	8-D13		

※コンクリート強度は 3 層の平均値

純曲げ実験、軸曲げ実験の載荷方法を図-2, 3 に示す．

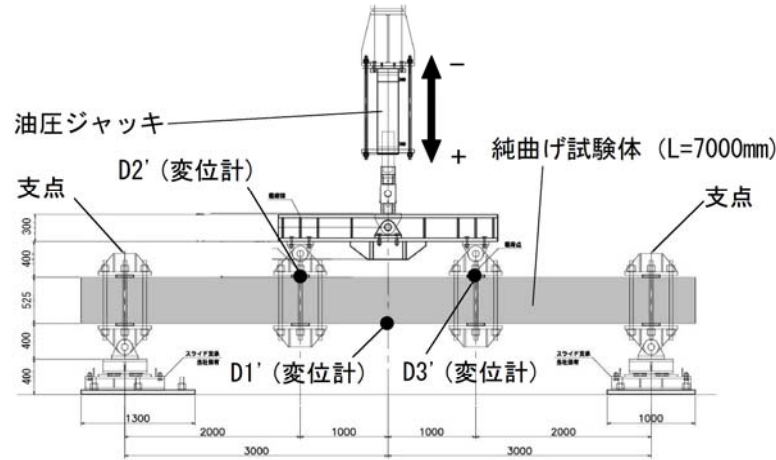


図-2 純曲げ実験の概要図(側面図)

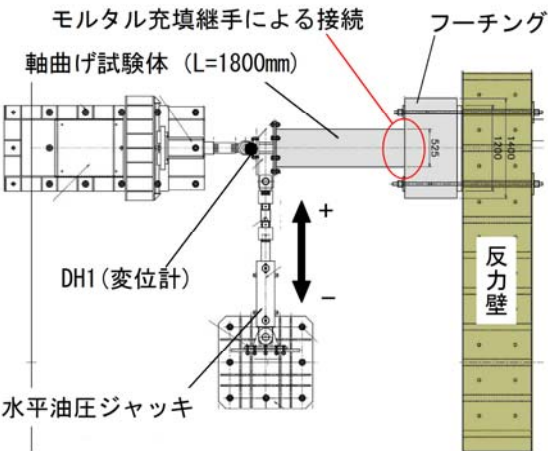


図-3 軸曲げ実験の概要図(平面図)

キーワード カルバート、ハーフプレキャスト、合成構造、スターラップ、せん断補強、合理化

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2-16-1 清水建設(株) 土木技術本部 設計部 TEL:03-3561-3897

また、試験体の断面図を図-4に示す。実際の HPCa 構造では、中間部コンクリートを後工程において充填する。試験体の製作においても、この状態を再現するために、一層目から三層目まで、洗出し処理を行いながらコンクリートを打設した。さらにその境界面には、孔あき鋼板ジベル¹⁾を用いてずれ止めの効果を付加した。また、接続鋼板は長手方向に 450mm 毎に分割配置した(図-5)。

載荷は、連続的な正負交番載荷とした。純曲げ実験では、主鉄筋降伏時の変位を δy として、その後 $1\delta y$, $2\delta y$...と変位量を増やし、各ステップで正負 3 回の繰返し載荷を実施した。軸曲げ実験では、試験体の相関変形角を $1/500$, $1/300$, $1/150$, $1/100$, $1/75$, $1/50$, $1/30$ (rad)と変形させ、各ステップで正負 3 回の繰返し載荷を実施した。圧縮軸力は、設計荷重相当の 410kN とした。

3. 実験結果

(1) 純曲げ実験

実験で得られた変位および降伏荷重を表-3に、荷重-変位関係を図-6に示す。正負とも設計値を上回る降伏荷重を得た。

表-3 純曲げ実験結果

曲げ方向	変位(mm)			降伏荷重(kN)		
	降伏変位	最大変位	比率	計算値	実験値	比率
正曲げ	19.8	121.3	6.12	279.7	280.7	1.00
負曲げ	-13.1	-85.8	6.55	-196.4	-205.0	1.05

正曲げの最大荷重は、 $+6\delta y$ (2 回目)の+340.3kN であり、その際、負曲げ側の主筋(D13)が座屈した。 $-7\delta y$ (1 回目)で、負曲げ側の主筋(D13)が破断し、終局に至った。ただし、正曲げ側の主筋(D16)は破断していなかった。なお、靱性率は 6 程度であった。

(2) 軸曲げ実験

実験で得られた変位および降伏荷重を表-4に、荷重-変位関係を図-7に示す。純曲げ実験同様、正負とも設計値を上回る降伏荷重を得た。

表-4 軸曲げ実験結果

曲げ方向	変位(mm)			降伏荷重(kN)		
	降伏変位	最大変位	比率	計算値	実験値	比率
正曲げ	10.8	64.2	5.94	186.3	207.0	1.11
負曲げ	-7.4	-64.2	8.66	-135.3	-141.6	1.05

正曲げの最大荷重は、 $+1/30\text{rad}$ (2 回目)の+251.7kN であり、負曲げ側の主筋(D13)が座屈した。その後、 $-1/30\text{rad}$ (2 回目)で負曲げ側の主筋(D13)が破断し、 $+1/30\text{rad}$ (3 回目)で残留耐力を確認し、載荷を終了した。なお、靱性率は 6~9 程度であった。

4. まとめ

- (1) 純曲げ実験および軸曲げ実験ともに、設計降伏荷重を上回る結果が得られ、三層とした場合においても一体打ちの性能を有することが確認できた。
- (2) 靱性率は、純曲げ実験で 6 程度、軸曲げ実験で 6~9 程度である。また、層間変形角 $1/30\text{rad}$ 時においても耐力を保持できることから、耐震性能を要求される実構造物での使用にも問題無いと考えられる。

参考文献

1) 東日本高速道路株式会社：設計要領 第二集 橋梁建設編 平成 25 年 7 月
2) 荒木ら、「開削トンネルの RC 壁部材に用いるハーフプレキャスト構造の開発」

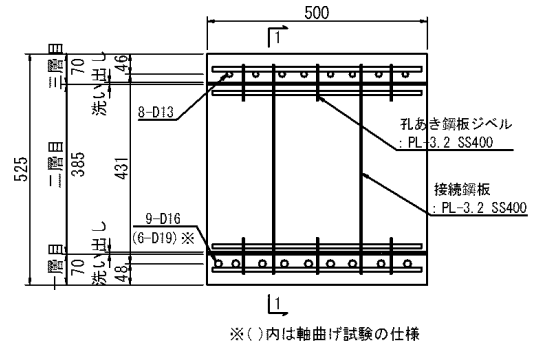


図-4 純曲げ試験体の緒元

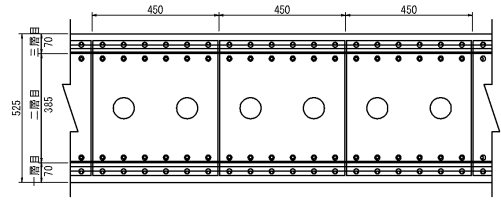


図-5 純曲げ試験体の緒元(1-1 断面)

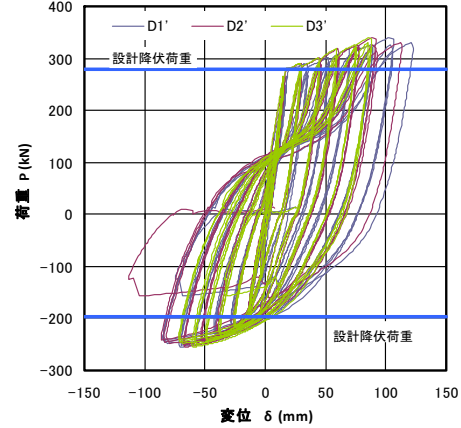


図-6 純曲げ実験の荷重 - 変位の関係

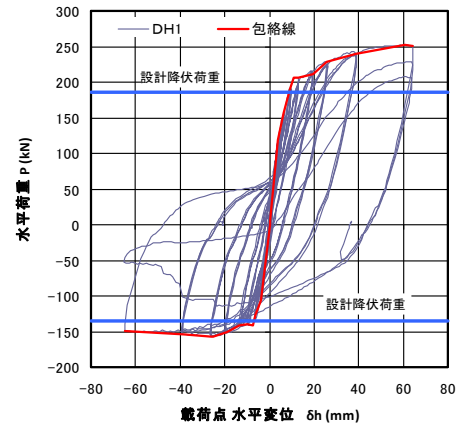


図-7 軸曲げ実験の荷重 - 変位の関係