

高強度コンクリートを用いた低桁高 PC 橋の構造性能確認試験 ーダックスビーム HC 工法ー

技術本部 技術部 中井聖棋

1. はじめに

我が国では、河川改修や都市再開発事業などの橋梁計画において、通常の橋梁計画に比較して厳しい建築限界が示される場合が多い。このような条件に対し、設計基準強度 120N/mm^2 の高強度繊維補強モルタル(ダックスモルタル)を用い、従来よりも大容量のプレストレスを与えることで、従来のプレストレストコンクリート(PC)橋の桁高支間比 $1/20$ に対し、桁高支間比 $1/30$ 以下を可能とした低桁高 PC 橋(ダックスビーム工法)は実績を重ねてきた。しかし、低熱セメントを用いたモルタルであるため、練混ぜ・打設時間・養生時間などにおいて部材製造上の制約を受けていた。そこで、早強セメントをベースとし特殊混和材を用いた設計基準強度 100N/mm^2 の高強度コンクリート(High Strength Concrete)の低桁高 PC 橋(ダックスビーム HC 工法)への採用を目指し、はり部材の構造性能確認試験としての曲げ耐力確認試験およびせん断耐力確認試験を行った。

2. 試験概要

図-1 に曲げ耐力確認試験に用いた試験体の概要図を示す。試験体は支間 12m 、桁高 400mm の桁高支間比 $1/30$ である単純支持された、ポストテンション(ポステン)桁(B-1)とプレテンション(プレテン)桁(B-2)の各 1 体計 2 体である。いずれの桁も $\phi 15.2$ の PC 鋼材を 12 本配置している。载荷は、支間中央部に純曲げ区間を 1m とした 2 点集中载荷を、荷重制御で静的に与えることにより行った。

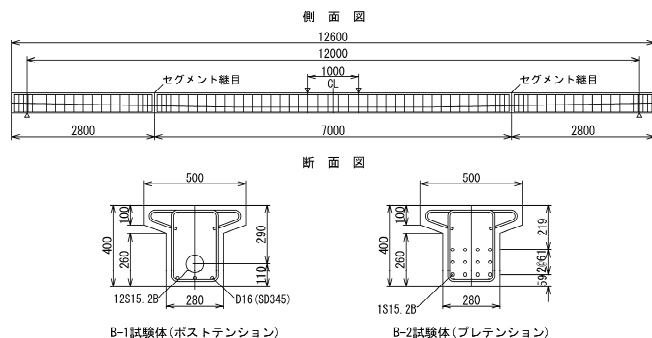


図-1 曲げ試験体

図-2 に、せん断耐力確認試験に用いた試験体の概要図を示す。腹鉄筋の有無およびプレストレスの有無をパラメータとして、試験体は全 4 体とした。载荷は、せん断支間を部材有効高さ 370mm の 3 倍である 1110mm とし、支間中央部に载荷幅 300mm の 2 点集中载荷を、荷重制御で静的に与えることにより行った。

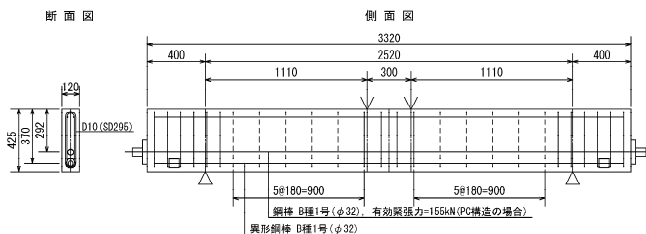


図-2 せん断試験体

3. 使用材料

試験体に使用したコンクリートの配合を表-1 に示す。

表-2 に、試験に用いたコンクリート特性の目標値および、曲げ試験体 2 体とせん断試験体 4 体の材齢 28 日での実測値の平均値を示す。なお、目標値の引張強度とヤング係数は、文献 1) に示された推測値である。

表-1 コンクリート配合(設計基準強度 100N/mm^2)

水 粉体比 W/B (%)	単位量(kg/m^3)						
	水 W	粉体量 B		細骨材 ($\leq 20\text{mm}$)	粗骨材 ($\leq 20\text{mm}$)	混和剤	
		セメント	混和材			減水剤	AE 剤 収縮 低減剤
24	150	500	125	786	840	8.5	0.05

表-2 コンクリート特性値(材齢 28 日)

種別	目標値	実測値	備考
圧縮強度 f_{ck} (N/mm^2)	100.0	118.2	
引張強度 f_{tk} (N/mm^2)	4.96	5.09	$=0.23 \cdot f_{ck}^{2/3}$
ヤング係数 E_c (kN/mm^2)	39.5	44.6	$=12.5 \cdot f_{ck}^{1/4}$

4. 曲げ耐力確認試験結果

曲げ耐力確認試験結果を表-3 に、载荷試験状況を写真-1 に示す。

表-3 曲げ耐力確認試験結果(支間中央)

試験体	有プレ (kN)	ひび割れ発生荷重 (kN)			曲げ破壊荷重 (kN)			上縁 CON 最大ひずみ (μ)
		計算値	実測値	比	計算値	実測値	比	
B-1	1918	105	106	0.99	273	264	1.03	3648
B-2	1769	106	94	1.13	251	242	1.04	3677

表-3 に示す曲げ破壊荷重の計算値は、文献 1) に示された曲げ破壊耐力の算出方法に従い、材料係数を 1.0 として算出した値である。また、ひび割れ発生荷重は割裂引張強度試験結果より得られた曲げひび割れ強度を用いて算出した。上縁コンクリート最大ひずみは、試験体・载荷装置自重およびプレストレスの影響を含んだ値である。

曲げ耐力確認試験結果(表-3)より、曲げ破壊荷重において実測値と計算値はよく一致しており、文献 1) に示された曲げ破壊耐力の算出方法を適用可能であることが確認された。ひび割れ発生荷重においては、プレテン部材である B-2 では実測

値は計算値より大きな値を示したが、ボステン部材である B-1 ではやや小さな値を示した。これは、プレキャストセグメント桁である B-1 では、RC 構造として運搬時の荷重に耐えるために下縁側に配置された 3 本の D16 鉄筋により、コンクリートの自己収縮ひずみが拘束された結果、下縁側コンクリートに引張応力が生じるためと考えられる。



写真-1 曲げ載荷状況

図-3 に、B-1 試験体での荷重-支間中央変位関係を示す。図中の弾性たわみ計算値は、コンクリートの実ヤング係数を用いて算出した単純梁のたわみ値である。

図-3 より、荷重 0kN からひび割れ発生荷重(Pcr)後までの弾性領域とみなせる範囲では、弾性たわみ計算値と実測変位はよく一致した。B-2 試験体についても同様であり、今回のコンクリートを用いた PC 桁のたわみ量は、従来と同様に算出可能であることが確認された。

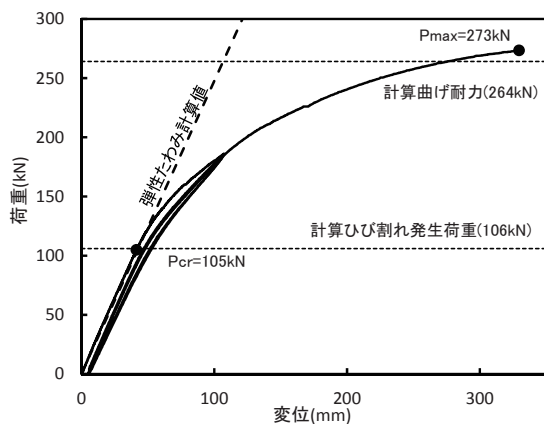


図-3 荷重-支間中央変位関係(B-1 試験体)

5. セン断耐力確認試験結果

表-4 にせん断耐力確認試験結果を、図-4 に荷重-中央変位関係を示す。表-4 に示すせん断破壊荷重の計算値は、文献 2) に示すせん断耐力算出方法に従い、材料係数および部材係数を 1.0 として、載荷試験時のコンクリート特性値を用いて算出した値である。また、図-4 に示す Pmax は最大荷重であり、Pcr は斜引張ひび割れ発生荷重である。

RC 構造で腹鉄筋が配置されない S-1 は、斜引張ひび割れが生じると同時にせん断耐荷力を失う斜め引張破壊を示した。その他の試験体については、斜引張ひび割れが生じた後もせん断耐荷力を保持し続け、最終的にせん断圧縮破壊を示した。これは、せん断圧縮破壊を示した試験体(S-2～S-4)での破壊時

の上縁コンクリート最大ひずみが約 3000 μ に達していることから確認できる。

表-4 より、全ての試験体において、せん断破壊荷重の実測値は計算値よりも大きな値を示した。このことから、文献 2) に示すせん断耐力算出方法により、本コンクリートを用いたはり部材のせん断耐力を安全側で評価できることが確認された。

表-4 セン断耐力確認試験結果

名称	種別	腹鉄筋	曲げひび割れ発生荷重(kN)	斜引張ひび割れ発生荷重(kN)	せん断破壊荷重			破壊形態
					①	②	①/②	
					実験値(kN)	計算値(kN)	比率	
S-1	RC	無	—	—	185	120	1.54	D
S-2	RC	D10 ctc 125	—	140	535	462	1.16	S
S-3	PC	無	90	225	543	270	2.01	S
S-4	PC	D10 ctc 125	90	210	600	440	1.36	S

D: 斜め引張破壊

S: セン断圧縮破壊

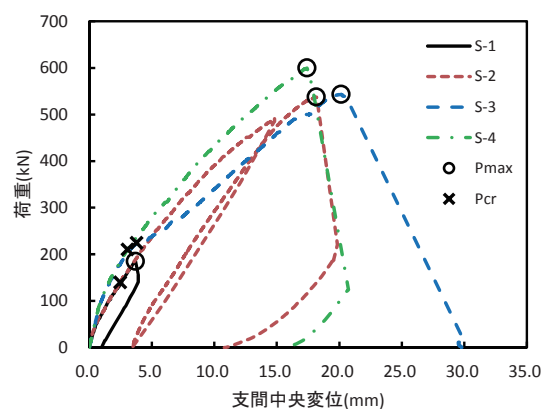


図-4 荷重-支間中央変位関係

6. まとめ

この試験により、この設計基準強度 100N/mm² の高強度コンクリートの低桁高 PC 橋への採用に関して、曲げ耐力、せん断耐力を、それぞれ文献 1), 2) に示される手法によって適切に評価できることが確認された。その結果、この高強度コンクリートを使用した低桁高 PC 橋の実用化に向けて、大きく前進したと判断できた。

【参考文献】

- 1) 高強度コンクリートを用いた PC 構造物の設計施工規準, (社)プレストレストコンクリート技術協会, 2008 年 10 月
- 2) 2012 年制定 コンクリート標準示方書[設計編], (公社)土木学会, 2013 年 3 月

Key Words: 低桁高 PC 橋, 高強度コンクリート, 構造性能確認試験



中井聖棋