

V-335 高性能軽量骨材コンクリートおよび波形鋼板を用いたPC橋の試設計

ドーピー建設工業(株) 技術センター 正会員 田村 聖 正会員 立神 久雄
 正会員 上平 謙二
 太平洋セメント(株) 清澄研究所 正会員 石川 雄康 正会員 前堀 伸平

1.はじめに

PC橋梁の軽量化を図るにあたり、材料面からの有効なアプローチとして、軽量骨材を用いたコンクリートの適用が考えられる。最近、比重が 0.8 および 1.2 で、強度が従来の軽量骨材の 2 倍以上であり、吸水率がそれぞれ 5% および 3% に低減された高性能軽量骨材が開発された。本検討では、これらの骨材を利用した高性能軽量骨材コンクリート(以下、HLA コンクリートと称す)の適用に伴うPC橋の桁重量低減効果を検証するため、普通骨材コンクリートおよび HLA コンクリートを用いたPC箱桁橋の試設計を行った。また、更にPC橋の軽量化を図るため、箱桁のウェブに波形鋼板を適用した波形鋼ウェブPC橋の試設計も行った。

2.試設計の概要

表-1 に、解析タイプを示す。また、図-1 にPC箱桁橋および波形鋼ウェブPC橋の断面図を示す。本検討では、径間数・スパン長・桁高をパラメーターにして、合計 16 タイプの検討を行った。また、すべてのタイプにおいて、内ケーブル・外ケーブルを併用し、使用PC鋼材は、内ケーブル 12S15.2、外ケーブル 19S15.2 を用いることとした。PC箱桁のウェブ厚の決定にあたっては、鋼材の配置間隔および最小かぶり厚より決定した。また、波形鋼板の形状および板厚は、既設の波形鋼板ウェブ PC 橋を参考に図-2 に示す形状とした。

表-2 に、コンクリートの設計用値を示す。普通骨材コンクリートおよび HLA コンクリートの設計基準強度は 50N/mm^2 とした。HLA コンクリートの配合は、水セメント比(W/C)を 30%とし、細骨材に川砂、粗骨材には比重 1.2 の HLA と川砂利を用いている。この配合の実測値を用いて、HLA コンクリートの設計用値を決定した。

表-1 解析タイプ

		桁高比 h/L	径間数	スパン長 L (m)	桁高 h (m)
普通 コン クリ ート	①PC橋	1/17	単純	30	1.800
				60	3.500
			3 径間	30	1.800
	②波形鋼板 ウェブPC橋	1/17	単純	30	1.800
				60	3.500
			3 径間	30	1.800
HLA コン クリ ート	③PC橋	1/20	単純	30	1.500
				60	3.000
			3 径間	30	1.500
	④波形鋼板 ウェブPC橋	1/20	単純	30	1.500
				60	3.000
			3 径間	30	1.500

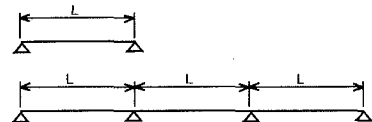


表-2 コンクリート諸数値

	普通コンクリート	HLAコンクリート
設計基準強度	50 (N/mm ²)	50 (N/mm ²)
PCの単位重量	2.5 (tf/m ³)	1.85 (tf/m ³)
弾性係数	33 (kN/mm ²)	21 (kN/mm ²)
クリープ係数	2.6	2.0
乾燥収縮率	200×10^{-6}	200×10^{-6}

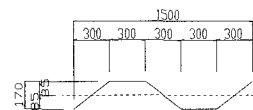
波形鋼板形状 (板厚 $t = 12\text{mm}$)

図-2 波形鋼板形状

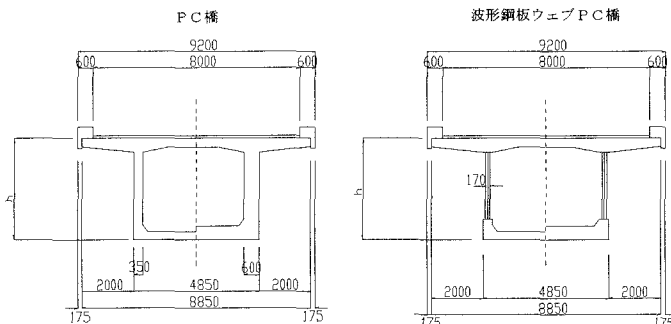


図-1 主桁断面図

キーワード：PC橋、高性能軽量骨材コンクリート、合成構造、波形鋼板

〒170-0004 東京都豊島区北大塚 1-16-6 (大塚ビル) ドーピー建設工業(株) 技術センター
TEL 03-3918-6172 FAX 03-3918-8573

3. 試設計結果

現行の土木学会コンクリート標準示方書(以下、標準示方書と称す)は、軽量骨材を用いたコンクリートの引張応力度を、同じ圧縮強度を有する普通コンクリートの70%としている。本試設計でもこの規定に従い、活荷重作用時のコンクリート曲げ引張応力度および斜め引張応力度が許容値以下となるよう設計を行った。筆者らの HLA コンクリートを用いたせん断試験結果¹⁾では、PC部材のせん断耐力を算定する際には、せん断耐力のコンクリート分担分に低減率70%を乗じる必要はないとの結果を得た。また、低減率を乗じたとしても主桁の軽量化およびスターラップの増加により、設計せん断耐力を確保できることから、HLA コンクリートを用いたPC橋のウェブ部材厚は、普通コンクリートと同じ厚さとした。

表-3に各解析タイプの主桁反力の集計を示す。また、図-3に解析タイプ別の主桁重量比を示す。表より、径間数が同じ場合、スパン長の長いタイプのほうが主桁重量低減率が大きくなる事が分かる。HLAコンクリートを用いたPC橋の重量は、普通コンクリートを用いたPC橋に比べ、最大69%に低減された。また、HLAコンクリートを用いた波形鋼板ウェブPC橋の重量は、さらに54%まで著しく低減される結果となった。

表-3 主桁反力集計表

主桁反力の集計(3径間、スパンL=60m)

		Σ (tf)	比率 ①~④/①
普通	①PC橋	3179.610	1.000
コンクリート	②波形鋼板ウェブPC橋	2357.050	0.741
HLA	③PC橋	2192.110	0.689
コンクリート	④波形鋼板ウェブPC橋	1723.960	0.542

主桁反力の集計(3径間、スパンL=30m)

		Σ (tf)	比率 ①~④/①
普通	①PC橋	1258.980	1.000
コンクリート	②波形鋼板ウェブPC橋	1112.820	0.884
HLA	③PC橋	870.478	0.691
コンクリート	④波形鋼板ウェブPC橋	802.620	0.637

主桁反力の集計(単純、スパンL=60m)

		Σ (tf)	比率 ①~④/①
普通	①PC橋	993.736	1.000
コンクリート	②波形鋼板ウェブPC橋	756.656	0.761
HLA	③PC橋	692.682	0.697
コンクリート	④波形鋼板ウェブPC橋	563.804	0.567

主桁反力の集計(単純、スパンL=30m)

		Σ (tf)	比率 ①~④/①
普通	①PC橋	408.940	1.000
コンクリート	②波形鋼板ウェブPC橋	380.824	0.931
HLA	③PC橋	290.766	0.711
コンクリート	④波形鋼板ウェブPC橋	263.242	0.693

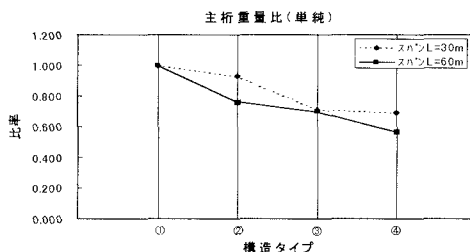
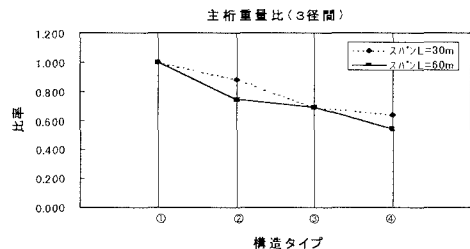


図-3 主桁重量比

3. まとめ

HLA コンクリートを用いたPC橋の重量は普通コンクリートを用いたPC橋に比べ、69%に低減された。さらに、合成構造とHLA コンクリートの組み合わせによりPC橋の重量は54%と、飛躍的に主桁自重が低減された。桁重量がこの程度まで低減できると、基礎や下部工構造に対する負担も飛躍的に低減することができるため、下部工の建設コストを大幅に削減することができる。また、PC橋の適用スパンを拡大することが可能となり、新たなPC構造を創造することも可能である。また、今回の試設計に用いた HLA コンクリートは、細骨材に川砂、粗骨材には比重1.2のHLAと川砂利を用いているが、細骨材および粗骨材の材料を変化させることにより、HLA コンクリートの単位重量が1.60(tf/m³)程度となる。この HLA コンクリートを用いれば、更なるPC橋の軽量化を図ることが可能であると考えられる。

今後、HLA コンクリートを用いたPC橋梁の問題点として、床版の押し抜きせん断、合成断面の接合部および飛躍的な重量低減に伴う橋梁振動の問題などの検討を行っていく予定である。

<参考文献>

- 1) J. NIWA, Y. HAMADA, S. TAMURA, T. OKAMOTO, Y. ISHIKAWA : Ultimate Shear Capacity of Concrete Beams Using High Performance Lightweight Aggregates, fib Symposium 1999, PRAGUE (投稿中)
- 2) 波形鋼板ウェブ合成構造研究会: 波形鋼板ウェブ PC 橋-計画マニュアル(案), 平成10年12月。