

超軽量コンクリートを用いた複合構造橋梁の提案

東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 学生会員 喜多 俊介
 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 フェロー 二羽 淳一郎
 ドービー建設工業 技術センター 正会員 田村 聖

1. はじめに

構造物の長大化，高層化には構造物の自重の低減が有効である。近年開発された超軽量コンクリートを用い，自重の低減を図ることによって，より長大な構造物の建設が可能となる。この超軽量コンクリートは従来の軽量コンクリートに比べ，吸水率が小さく，ポンプ圧送も可能である。また，凍結融解抵抗性も増加しており，これらのことによりその適用範囲は大きく広がっている。一般にコンクリート構造物は，鋼構造物に比べて断面が大きくなる傾向にあり，作用荷重に対する構造物自重の割合が大きい。超軽量コンクリートを用いることで自重を低減でき，スマートで軽快な構造物の建設が可能になるといえる。また，構造物の軽量化という観点では，複合構造形式も注目されている。複合構造形式には軽量化だけでなく，経済性，景観，施工性にも多くの利点がある。

本研究では，超軽量コンクリートの利点を明確に示すため，それを用いた橋梁上部工の試設計を行なう。また，超軽量コンクリートと複合構造形式を同時に用いることで，より軽く，よりスマートなコンクリート橋梁を提案する。また，試設計の結果を用いてCGを作成し，実際の景観中に仮想的に橋梁を架設することで，視覚的にその利点を明らかにしていく。

2. 研究概要

本研究では図-1 に示す東京都大田区～川崎市間に架かる丸子橋を対象として，その鋼ローゼ橋部（103m×2 径間連続）をコンクリート橋に置換えることを試みた。なお，設計条件は道路橋示方書[1]に準拠した。想定した構造形式は以下の3ケースである。

- case1 普通コンクリートを用いた PC 箱桁橋
- case2 超軽量コンクリートを用いた PC 箱桁橋
- case3 超軽量コンクリートを用いた波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋

試設計に用いたコンクリートの材料特性を表-1 に示す。コンクリートは圧縮に強く，引張に弱い。超軽量コンクリートではそれがさらに顕著となる。そのため，表-1 に示す通り，許容引張応力度は 0 とし，全ての状態においてコンクリートに引張応力が生じないように設計を行なった。試設計の結果，表-2 に示す通り，case2 では case1 に比べ主桁重量を約 35% 低減できた。材料において超軽量コンクリートは普通コンクリートに比べ約 30% の低減である。超軽量コンクリートを構造物に適用することによって，構造物の断面縮小につながり，結果として材料自体よりもさらに大きな差が生じた。case3 では case1 に比べ約 55% 低減できる。波形鋼板ウェブを用いることでより自重が低減でき，橋梁の桁高を縮小できる。表-3 に各 case における桁高を

表-1 コンクリート材料特性

	普通コン クリート	超軽量コン クリート
比重*	2.50	1.80
設計基準強度 (MPa)	50	50
許容曲げ圧縮応力度(MPa)	15.7	15.7
許容曲げ引張応力度(MPa)	-1.76	0.00

*コンクリート比重+鋼材分 (0.15) で比重とした。

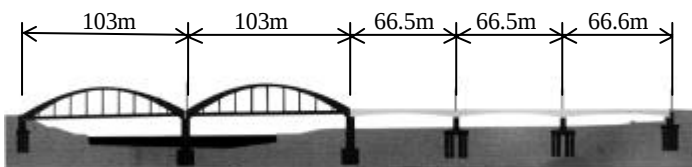


図-1 丸子橋全体像

キーワード 超軽量コンクリート 複合構造形式 CG
 連絡先 東京都目黒区大岡山 2-12-1 tel 03-5734-2584

示す。case1, case2 では, 中間支点部, 端支点部において桁高を大きく設計した。しかし, case3 においては端支点部と支間中央部で桁高に変化がない。これは, 波形鋼板ウェブ PC 箱桁橋にすることで, せん断力に対して必要な桁高が減少した結果である。一方, 中間支点部では負の曲げモーメントが最大になるため桁高が大きくなる。表-4 に中間支点部における設計せん断力 (V) とプレストレス力の鉛直分力 (P_y) を示す。超軽量コンクリートは普通コンクリートに対してせん断耐力を 70% として計算を行っている[2]。そのため, case2 ではせん断力に対し, プレストレス力をより必要とすると予想される。しかし, 表-4 を見ると case1 の方がせん断力に対し, よりプレストレス力の寄与する割合が大きい。超軽量コンクリートを用いることで, 自重が低減され, 結果として, せん断力に対するプレストレス力の貢献度合を減少させる結果となったのである。

3. CG の作成

試設計の結果をもとに, CG を作成し, 丸子橋の架設場所に合成を行なった。図-2 は case3 の全体像である。図-3~図-5 は全ての case における中間支点部付近である。case1 と case2 では, あまりその景観の差が認められなかった。しかし, case3 では, 桁高が減少し橋梁がスマートになっているのが分かる。また, 波形鋼板の色により景観にアクセントが加えられ, よりすっきりとした橋梁になっている。このことから, 視覚的にも超軽量コンクリートと複合構造形式を用いることの利点が示された。

4. 結論

(1) 超軽量コンクリートを橋梁上部工に使用することによって, 主桁自重を約 35% 軽減することができ, 軽くてスマートな橋梁が実現可能であることを確認した。(2) 超軽量コンクリートと複合構造形式を同時に用いることで主桁自重をさらに軽減でき, 構造物が長大化する傾向にある中で, 今後の実用化に向けての提案ができた。(3) CG を作成することにより, 実景観の中で, 超軽量コンクリートと複合構造形式を同時に用いることの視覚的利点を明確に示すことができた。



図-2 case3 全体像



図-3 case1



図-4 case2



図-5 case3

表-2 主桁重量の比較

case	主桁総重量 (MN)	(1) に対する比率
1	177.9	100%
2	113.3	63.7%
3	81.1	45.6%

表-3 桁高比較 (m)

case	端支点部	支間中央部	中間支点部
1	7.0	5.6	8.5
2	6.0 (85.7%)	5.0 (89.3%)	7.8 (91.8%)
3	4.5 (64.2%)	4.5 (80.4%)	6.8 (80.0%)

() 内は case1 との割合を示す

表-4 設計せん断力とプレストレス鉛直分力

case	V (MN)	P_y (MN)	P_y / V (%)
1	28.7	16.0	55.7
2	20.4	9.88	48.4
3	16.4	5.46	33.3

参考文献 [1]日本道路協会：平成 6 年度制定 道路橋示方書・同解説 コンクリート橋編

[2]土木学会：平成 8 年度制定コンクリート標準示方書，設計編