

超高強度・高じん性材料およびそれを用いた低桁高PC橋の開発

技術本部 土木技術第一部 桜田道博
 技術本部 土木技術第一部 雨宮美子
 技術本部 土木技術第一部 渡辺浩良
 技術本部 土木技術第一部 大浦 隆

1. はじめに

近年、高強度・高じん性のセメント系複合材料が各機関で開発されており、その適用方法もさかんに検討されている。特にフランスではBSIやRPCなど、圧縮強度が150MPaを超えるものも開発されており、道路橋や原子力発電所の梁などに適用され、これらに関する指針案(超高強度繊維補強コンクリート指針案)も出版されている。しかしながら、材料が高価、練混ぜ・施工・養生が煩雑等の理由であまり普及していないのが現状であり、安価で汎用性があればその適用範囲はさらに拡大すると考えられる。当社では、比較的安価で、練混ぜ・施工・養生が容易な超高強度・高じん性材料を開発した。本材料は、当社技術研究所のモニュメントに使用され、その施工性や強度性状が確認された。安価で汎用性のある本材料の適用方法はいくつか考えられるが、高い圧縮強度を有効に活用できる低桁高PC橋への適用が最も効果的と考え、本材料を用いた低桁高PC橋の試設計を行った。本報告では、当社で開発した超高強度・高じん性材料の概要 および本材料を用いた低桁高PC橋の試設計について述べるとともに、フランスの指針案の概要についても紹介する。



写真 - 1 モニュメント



写真 - 2 スチールファイバー

2. 超高強度・高じん性材料

当社の超高強度・高じん性材料は、セメント、細骨材、およびスチールファイバー(写真-2)などで構成されており、粗骨材は含んでいない。本材料の強度性状を表-1に示す。本材料の特徴は次のとおりである。

超高強度：圧縮強度 150MPa 以上。

高じん性：ひび割れ発生後のじん性が大きいことから鉄筋を省略することも可能となる。鉄筋が不要となることにより、部材を薄くでき、軽量化も図れる。

高耐久性：W/C が 20%以下と小さいため、優れた中性化抵抗性、塩分浸透抵抗性を有する。

経済性：市販のシリカフューム混入セメントを使用し、通常のみキサで練混ぜ可能であることから、比較的安価となる。

施工性：粗骨材を混入していないこと、およびシリカフュームの分散性がよいシリカフューム混入セメントを使用していることから、低水セメント比でも施工性がよい。

練混ぜ：特殊なみキサは必要なく、通常のみキサで練混ぜ可能である。そのため、プレキャスト製品だけでなく、場所打ち工法へも適用できる。

表 - 1 超高強度・高じん性材料の強度性状

	超高強度複合材料	通常コンクリート
圧縮強度 f_c	150MPa 以上	60MPa
曲げ強度 f_b	20MPa 以上	6.4MPa
引張強度 f_t	9.0MPa	3.5MPa
弾性係数 E_c	45GPa	35GPa

キーワード：超高強度，高じん性，セメント系複合材料，シリカフューム，スチールファイバー，蒸気養生，低桁高，PC 橋

3. 低桁高橋の試設計

(1) 概要

最近、計画水位、取り付け道路の縦断線形および建築限界などの制限により、桁高の低いPC橋(以降、低桁高PC橋)が求められている。しかしながら、低桁高PC橋は、大きなプレストレスを導入する必要があるため、緊張時に主桁の圧縮応力度が許容応力度を上回る事となる。そのため、従来の低桁高工法では、圧縮縁の応力度を打ち消すための補強材や作業が必要であり、低桁高PC橋は通常桁高のPC橋に比べ、コスト高となる傾向にあった。そこで、超高強度・高じん性材料を低桁高PC橋へ適用することを考え、その適用性を試設計により検討した。

(2) 試設計

試設計の対象は、支間 45.0m、幅員 12.0m の単純桁橋とした。設計条件を表-2に示す。また超高強度・高じん性材料の設計用値を表-3に示す。超高強度・高じん性材料の許容圧縮応力度はコンクリート標準示方書に準じ $0.4f_{ck}$ とした。

(3) 結果

超高強度・高じん性材料を使用することにより、どの程度まで桁高を小さくできるかを検討した。検討した低桁高PC橋の一般図を図-1に示す。主桁の合成応力度を表-4に示す。許容圧縮応力度が60MPaと大きいため、大容量PCケーブル(19S15.2)を主桁1本あたり4本配置することができ、桁高支間比を1/45まで低減することができた。

表-2 設計条件

形式	ポストテンション単純桁橋
工法	プレキャストセグメント工法
活荷重	B活荷重
橋長	46.0m
桁長	45.9m
支間	45.0m
幅員	12.0m
斜角	90°00'00"

表-3 超高強度・高じん性材料の設計用値

		主桁
設計基準強度 f_{ck}		150MPa
プレストレス導入時圧縮強度		60.0MPa
許容 曲げ圧縮応力度	プレ導入直後	60.0MPa
	設計荷重時	60.0MPa
許容 曲げ引張応力度	プレ導入直後	-2.5MPa
	設計荷重時	-2.5MPa
許容 せん断応力度	プレ導入直後	3.75MPa
	設計荷重時	6.50MPa
許容 斜引張応力度	プレ導入直後	3.75MPa
	設計荷重時	3.75MPa
弾性係数 E_c		45GPa
クリープ係数		1.0
乾燥収縮		150 μ

表-4 主桁の合成応力度

		合成応力度*(MPa)	
支間中央	導入時	上縁	8.3 (>-2.5 OK)
		下縁	52.5 (<60.0 OK)
	設計時	上縁	40.1 (<60.0 OK)
		下縁	1.3 (>-2.5 OK)
継目部	設計時	上縁	34.7 (<60.0 OK)
		下縁	6.7 (>-2.5 OK)
	活荷重 1.7倍時	上縁	42.1 (-)
		下縁	-2.9 (>-3.0** OK)

*()内は許容応力度、**セグメント継目部の許容応力度

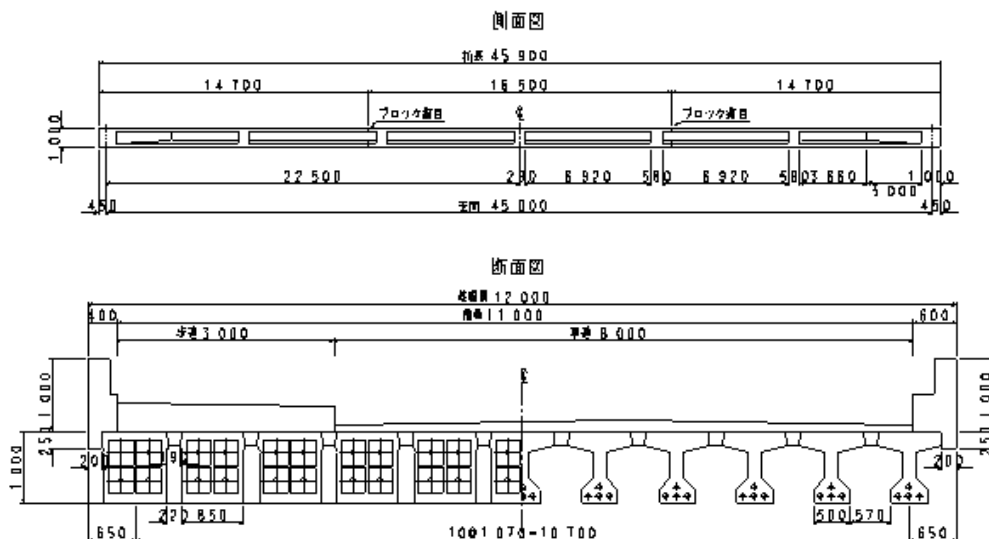


図-1 低桁高PC橋の一般図