

新素材 RPC を用いた「酒田みらい橋」の設計と施工

*大成建設（株） 正会員 武者 浩透 大成建設（株） 正会員 大竹 明朗
 太平洋セメント（株）正会員 児玉 明彦 （株）前田先端技術研究所 正会員 小林 忠司

1. はじめに

近年、圧縮強度100N/mm²を超える高強度コンクリート材料が開発され、実用化が試みられている。その中で、シリカフュームなどの粉体を使用した反応性粉体コンクリート（Reactive Powder Concrete略称RPC）は、200N/mm²以上の超高強度が可能であり、高い耐久性をも併せ持っている。山形県酒田市に建設された歩道橋「酒田みらい橋」（写真-1）は、このRPC材料を適用した日本で最初のプレストレストコンクリート橋梁（PC橋）であり、従来のPC橋の1/5の部材厚を実現している。本報告では、そのRPC橋梁の設計と施工について報告する。



写真-1 酒田みらい橋全景

2. RPCの特性

今回用いたRPC材料の配合（表-1）は、反応性粉体による最密充填理論に基づいており、粗骨材は一切含まず、水粉体比はわずかに8%である。また、容積比で2%の高張力鋼繊維が配合されており、構造体の高い靱性が確保されている。そのため従来のコンクリートに比べて、非常に高い性能（表-2）を有している。

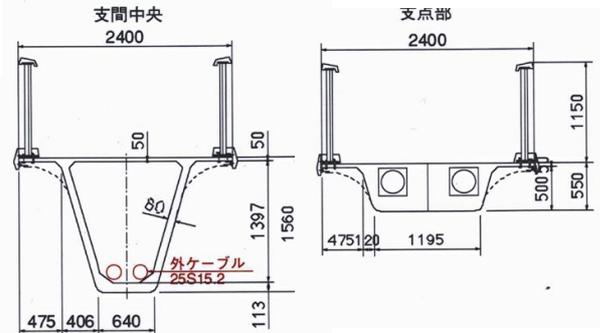
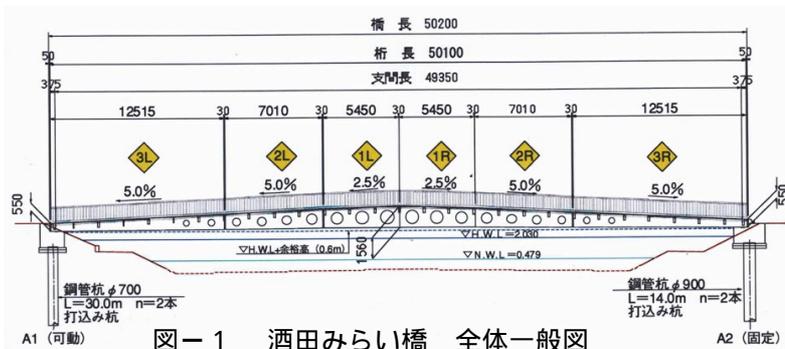
表-2 物性値比較

項目	単位	RPC 蒸気養生後	高強度コンクリート 材齢28日
密度	g/cm ³	2.55	2.40
圧縮強度	N/mm ²	200	60
曲げ強度	N/mm ²	45	9
引張強度	N/mm ²	9	4
静弾性係数	kN/mm ²	50	40
乾燥収縮	μ	50	400~600

表-1 RPCの配合

単位 (kg/m ³)			
水	RPC粉体 (プレックス品)	鋼繊維	専用減水剤
W	P	Sf	Sp
175	2254	157	24

但し、水175kg/m³は専用減水剤24kg/m³を含む



3. RPCを用いたPC橋の設計

RPCの持つ高強度と靱性を有効に活用したPC橋の設計を実施した（図-1、図-2）。その特徴を以下に示す。

1) 非常に薄い部材厚（写真-2）

部材に発生する引張応力に対しては、RPCの持つ引張強度とPC鋼材（外ケーブル）によるプレストレスにて対応しているため、鉄筋を一切使用していない。そのため鉄筋のかぶり等の制約を受けず、上床版厚5cm、ウェブ厚8cmといった非常に薄い部材厚が可能となった。



写真-2 ブロック断面

2) 大幅な軽量化

部材厚が従来の厚さの1/5程度であるため、必然的に上部工躯体の重量(53t)も1/5となっている。通常、スパン50mの箱桁の単位橋面積当たりのコンクリート量は約0.8m³/m²程度であるが、本橋の場合には0.17m³/m²となっている。つまり、橋面積当たりに換算した部材厚さは、わずか17cmである。

キーワード：歩道橋、高耐久、反応粉体コンクリート、RPC、プレストレストコンクリート

連絡先 〒163-0606 東京都新宿区西新宿1-25-1 大成建設（株）土木設計部 TEL 03-5381-5297

3) 低い桁高 (桁端部 55cm) で長いスパン (50m)

単純箱桁の桁高支間比は標準で 1/17 程度であるが、本橋では桁端部で 1/90 であり、中央部においても 1/32 である。

4) ウェブの円形開口部 (写真 -3)

桁高 1.5m のウェブ部に直径 0.9m の開口部を設けるなど、大胆なデザインを実現している。

5) 高いプレストレス導入力

本橋のプレストレス導入力 7400k N を単純に断面積で割って算定した圧縮応力度は約 20N/mm² であり、偏心による応力分を加えると 30N/mm² 以上と非常に高い圧縮力が導入されている。単位体積当たりの PC 鋼材量と比較すると、50m スパンの箱桁の標準的な値が 30kgf/m² 程度なのに対して、本橋では 150kgf/m² である。

4. 施工

4.1 プレキャストブロックの製作

プレキャストブロックの製作は、コンクリート製品工場にて行った。ブロック製作における特徴を以下に示す。

(1) 品質管理

RPC は単位水量が極端に少ないため、配合材料のばらつきがフレッシュ性状や硬化後の力学特性に大きく影響する。そのため、粉体や水の投入量の管理を厳格に行い、全バッチのフロー値計測など、厳格な品質管理が重要である。

(2) 精度管理

部材が薄いため、出来形の精度が構造全体に与える影響は極めて大きい。そのため、型枠の製作・組立て精度は 2mm 以下とし、出来形についても JIS のプレキャスト桁管理基準よりも厳しい値 (部材厚さ -2 ~ +3、長さ -8 ~ +4mm など) を用いて管理した。

(3) 硬化体強度

RPC の打設後に、1 次養生として湿潤状態 (常温) で 2 日間、2 次養生として 2 日間の 90 蒸気養生を実施した。1 次養生後の圧縮強度は 50 ~ 70N/mm² であった。2 次養生後では 183 ~ 212N/mm² であり、標準偏差 (n=48) は 4.1 N/mm² 程度と比較的小さな値であった。

4.2 ブロック架設

大幅な軽量化により、センターブロックは長さ 5.45m で重量 5.7t (写真 -4)、端部ブロックは長さ 12.5m で重量 13.5t (写真 -5) と大型ブロックによる架設が可能になった。また、4 径間の旧橋 (1 スパン長 12.5m) の上部工重量と 50m スパンの本橋の重量がほぼ等しいことから、旧橋の橋脚を仮支柱として利用した支保工形式を採用することができ、クレーンを用いて両岸から架設を行った。

5. まとめ

RPC 材料を橋梁に適用することにより、新しい形のデザインや合理的な施工方法が可能であることが確認された。その反面、今まで以上の設計技術や施工管理が必要であり、厳格なる品質管理が重要である。この酒田みらい橋の建設により、RPC は実用化の一步を踏み出したが、今後の基準整備やより一層の研究・開発により、RPC がコンクリートの新たな領域を確立していくことに期待するものである。

参考文献

- 1) 田中良弘、武者浩透、大竹明朗、下山善秀：超高強度繊維補強コンクリートによる PC 歩道橋の設計施工法、コンクリート工学年次論文集、Vol.24, No.2, pp.1603-1608, 2002.
- 2) 武者浩透、大竹明朗、児玉明彦、小林忠司：無機系複合材料 (RPC) を用いた酒田みらい橋の設計と施工、橋梁と基礎、Vol.36, No.11, pp.2-10, 2002.



写真-3 ウェブの円形開口部



写真-4 センターブロックの架設



写真-5 端部ブロックの架設