

超高強度繊維補強コンクリートを用いた橋梁構造物のCO₂排出量削減効果

大成建設株式会社 土木技術研究所 正会員 ○石原 明日子
大成建設株式会社 土木技術研究所 正会員 大脇 英司
大成建設株式会社 土木技術開発部 正会員 武者 浩透
大成建設株式会社 土木技術研究所 正会員 新藤 竹文

1. はじめに

近年、超高強度繊維補強コンクリートとして採用されているRPC（Reactive Powder Concrete：反応性粉体コンクリート）は、強度特性や耐久性に優れることから、その特徴を生かした設計・施工方法の最適化により、経済的な合理化に加え、環境への影響も大きく低減できることが期待されている。とりわけ橋脚の上部工にRPCを使用するとコンクリート量を低減でき、それに伴い下部工の資材も減らすことが可能である。本検討では、国内初のプレストレストRPC橋である酒田みらい橋¹⁾（以下、RPC橋）について、RPCの適用による環境負荷の低減効果について、在来工法による3径間PC単純床版橋（以下、PC橋）を架設した場合と比較してLCCO₂評価を実施した。

2. 対象とした構造物の概要

対象とした構造物の概要を表1に示す。RPCは橋梁の上部工のみに使用した（表3）。RPCの特徴は強度特性や耐久性に優れることに加え、コンクリートの配合上の特徴として単位セメント量が多いこと、鋼繊維を含むことが挙げられる（表2）。酒田みらい橋の上流側に隣接する橋梁が3径間であることを考慮してPC橋の構造形式を決定した。

表1 構造物概要¹⁾

	RPC 橋 ²⁾	PC 橋
構造形式	単径間PC箱桁橋 (全外ケーブル方式)	3径間プレテンション 方式PC単純床版橋
橋長	50.2m	
支間長	49.35m	16.7m
幅員	2.4m（全幅）、1.6m（有効幅員）	
桁高	0.55m（端部）、1.56m（支間中央）	0.6m
架設工法	プレキャストブロック架設工法	
下部構造	鋼管杭基礎	

3. 評価の方法

LCCO₂の評価は、二酸化炭素の総排出量（CO₂排出量）を評価指標とし、環境負荷要因を積み上げていく積み上げ法によりRPC橋とPC橋を比較して実施した。インベントリデータは土木学会コンクリート委員会の提案する値³⁾または産業連関表に基づく値⁴⁾を採用した。

表2 RPCの配合²⁾

水	セメント	けい石微粉末、シリカ、他	鋼繊維	減水剤
180	818	1479	157	24

単位：kg/m³、水180kg/m³は高性能減水剤の水分19kg/m³を含む

評価の期間は材料の製造から構造物の供用期間までとした。ただし、RPC橋、PC橋ともコンクリート橋であるため、供用期間中に維持・管理活動は実施しないものとした。すなわちCO₂排出量の算出は、①材料の製造、②桁・型枠の製造、③材料の輸送、④構造物の施工、の各段階について実施した。

表3 主な材料の使用量

	RPC 橋		PC 橋	
	上部工	下部工	上部工	下部工
RPC	21m ³	—	—	—
RC*	—	24m ³	51m ³	45m ³
PC鋼線	3.5t	—	2.8t	—

RPC橋、PC橋とも主桁はコンクリート2次製品工場で製造することとした。RPC橋の桁の製造においては、型枠は鋼材を用いて新規に製作することとした。RPC橋施工後の再利用は考慮していないが、RPC橋の桁の製造に際しては、鋼製型枠の修正作業を行い複数回使用した。一方PC橋の桁の製造に用いる型枠については標準的に300回の転用をするものとした。“桁・型枠の製造”及び“構造物の施工”の各段階に関するLCCO₂の検討範囲を点線枠で示した（図1）。実際の酒田みらい橋の架設に際しては既設橋（前田橋）の橋脚を利用して架設の後、旧橋脚の撤去工事を行ったが²⁾、PC橋の架設工事との比較を適切に行うため、既設橋を全て撤去した後に新たに架設するものとして施工手順を設定した。従って実際の工事では発生しなかった仮設橋脚の設置、撤去の工程が追加された。

キーワード LCCO₂、CO₂排出量、環境負荷評価、超高強度繊維補強コンクリート、橋梁

連絡先 〒245-0051 神奈川県横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設株式会社 TEL 045-814-7228

4. LCCO₂ 評価の結果

CO₂ 排出量は RPC 橋では 138 ton、PC 橋では 183 ton と算出され、RPC 橋は PC 橋と比較して、全体としては 25%削減された（表 4）。建設過程毎に比較すると“材料の製造”での削減量が顕著であった（表 4）。これには橋脚を必要としない構造形式が採用できたことをはじめ上部、下部工とも資材量を低減できたことの貢献が大きい。“構造物の施工”では全体の資材量の削減や、二重締め切り工、仮設栈橋の設営の省略（図 1）により排出量が削減された。一方で PC 桁の養生に比べて RPC 桁の養生温度が高温（90℃、48 時間）であり燃料の消費が増加すること、さらには鋼製の型枠の再利用を考慮していないことなどにより“桁・型枠の製造”における CO₂ 排出量は削減されなかった。これらの結果を施工部位ごとに再度分類すると、橋脚や二重締め切り工、仮設栈橋の設営の省略により

“下部工”および“仮設工”での削減効果が顕著であった（図 2）。一方“上部工”は資材量を削減できたが、前述のように養生や型枠の再利用に関わる排出により、PC 橋梁の場合より増加していた。

5. まとめ

酒田みらい橋（RPC 橋）の事例においては、蒸気養生であることや型枠の再利用ができないことを考慮したため CO₂ 排出量が増加したが、強度特性や耐久性能に優れることを生かし、建設工事全体での資材や施工の合理化が進み、総合的な CO₂ 排出量は 25%程度抑制可能であることが明らかになった。

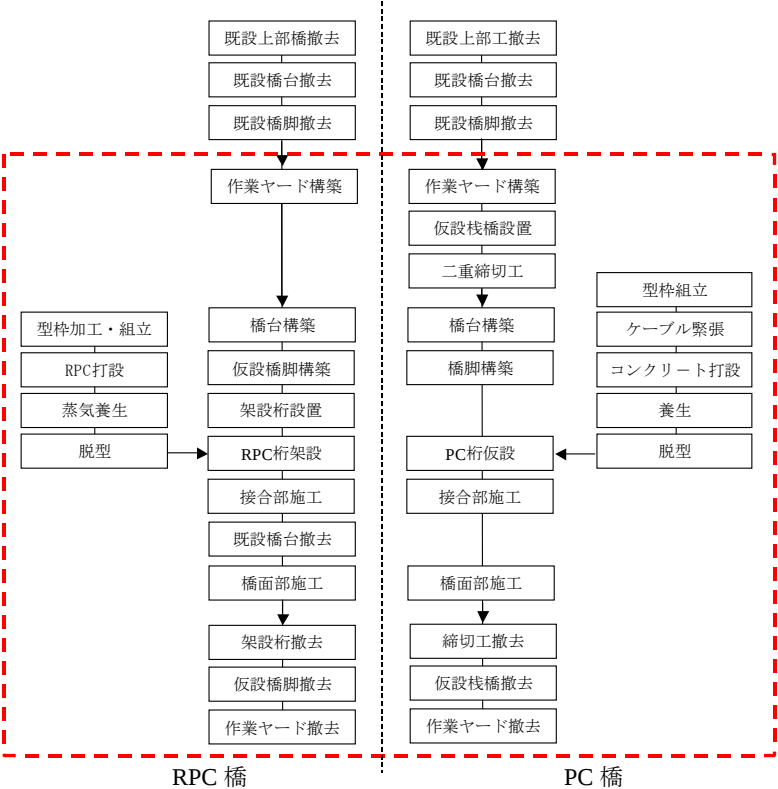


図 1 施工手順および LCCO₂ の対象範囲（点線枠内）

表 4 RPC 橋及び PC 橋の架設に関わる CO₂ 排出量の比較（工程別）

工程	RPC 橋	PC 橋
材料の製造	90	144
桁・型枠の製造	31	5
材料の輸送	9	6
構造物の施工	8	28
計	138	183

単位 t-CO₂

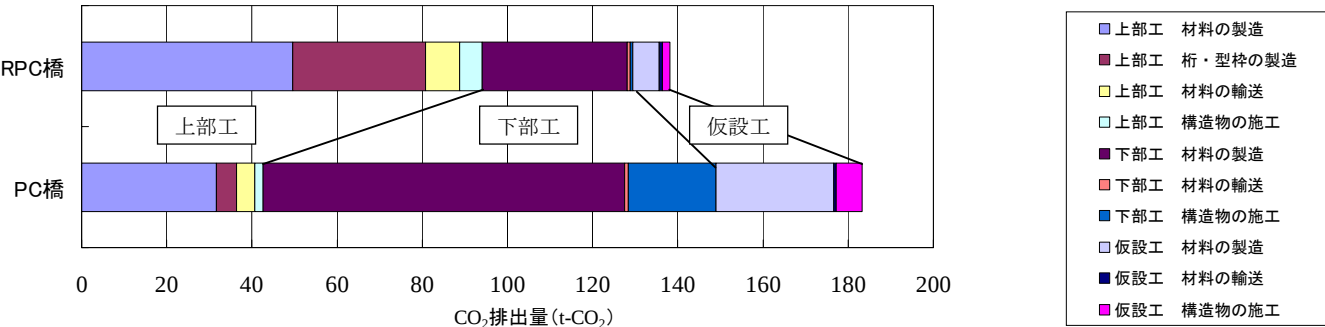


図 2 RPC 橋及び PC 橋の架設に関わる CO₂ の排出量の比較（施工部位別）

参考文献

1)武者浩透ら：無機系複合材料（RPC）を用いた酒田未来橋の設計と施工，橋梁と基礎，Vol.36,No.11,pp1-10,2002
2)田中良弘ら：P C 橋梁に用いた高強度繊維補強コンクリートの用途開発,コンクリート工学, Vol.41,No.3,pp26-32,2002
3)土木学会コンクリート委員会コンクリートの環境負荷評価研究小委員会：コンクリートの環境負荷評価（その 2）,土木学会コンクリート技術シリーズ, No.44,2004.9
4)南齋規介、森口祐一、東野達：産業連関表による環境負荷原単位データブック（3 EID）－LCA のインベントリデータとして－国立環境研究所地球環境研究センター，2002