

超高強度繊維補強コンクリートを適用した構造物の被害算定型影響評価手法による環境負荷評価

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 土木技術研究所 正会員 新藤 竹文

1. はじめに

超高強度繊維補強コンクリート（UFC）は、強度特性や耐久性能に優れるため、構造や施工方法の合理化が可能である。既往の報告では、UFCを使用した単径間PC箱桁橋（UFC橋）を架設した場合における大気排出物質（CO₂、NO_x、SO_x、ばいじん）の排出量を算出し、その環境負荷の低減効果について、在来工法による3径間PC橋（PC橋）を架設した場合と比較した。個々の環境影響や Ecological Scarcity 法と呼ばれる統合化手法による評価を行った結果^{1) 2)}、UFCを上部工に適用するといずれの評価においてもUFCの環境負荷は10～30%削減されていた。一方、これまでに多くの統合化手法が提案されているが、手法ごとに特徴があるため、1つの事例に対しても複数の手法により評価結果を検証する必要があると考えられる。本検討では既往の評価^{1) 2)}を異なる統合化手法による評価と比較するため、とりわけ資材消費や廃棄物に関して国内の実情が考慮されている統合化手法の1つであるLIME（日本版被害算定型影響評価手法）³⁾によりLCAの評価を実施した。

2. 対象とした構造物

対象とした構造物の概要を表1に示す。UFCは橋梁の上部工のみに使用した。UFCの特徴は強度特性や耐久性能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。UFC橋の比較のため、普通コンクリートを使用した従来工法の仮想のPC橋を設計した。評価の期間は材料の製造から構造物の竣工までとした。すなわち環境負荷量の算出は、①材料の製造（桁の製造を含む）、②材料の輸送、③現地施工、の各段階について実施した。

表1 構造物の概要

	UFC 橋	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. LCA の評価結果

LCA の評価は LIME によって行った。本検討における LIME による統合化の流れ、対象とした環境負荷、影響領域、保護対象を図1に示した。LCA 評価においては、まず環境負荷量を算出し、その結果から被害係数により保護対象への被害量を算出し、さらに環境負荷量を統合化係数により単一指標に換算する。

インベントリデータは土木学会コンクリート委員会の既往の報告⁴⁾から引用し、積み上げ法により環境負荷量を求めた。

UFC 橋および PC 橋の環境負荷量の計算

結果を表2に示した。UFC 橋においては廃棄物量及び資源使用量は PC 橋を大きく下回った。大気排気物質については UFC 橋では CO₂ 排出量、NO_x 排出量とも削減されていたが SO_x とばいじん排出量は増加していた。

キーワード： 超高強度繊維補強コンクリート、環境負荷、統合化、被害算定型影響評価手法

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

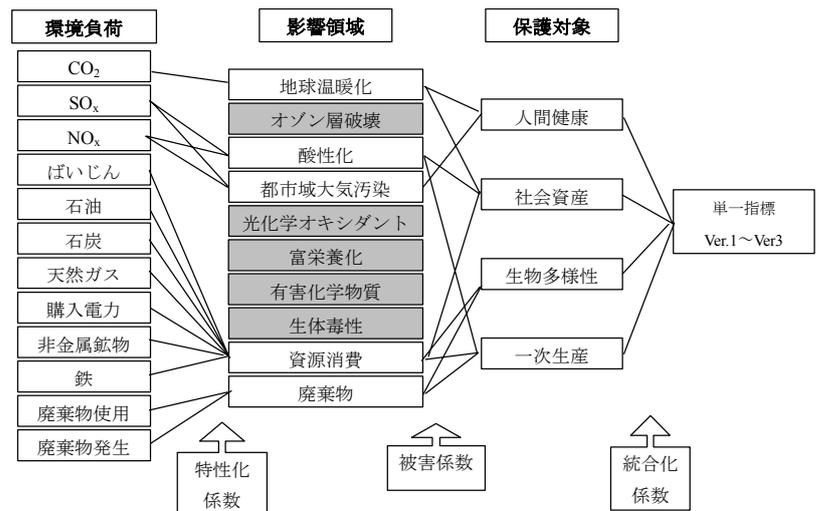


図1 本検討におけるLIMEによる統合化の流れ

LIME によって環境負荷統合化を行い被害量を算出した結果を表3に示す。UFC 橋では人間健康については増加しており、SO_xの増加に起因していた。一方で UFC 橋の社会資産、生物多様性、一次生産に関しては、被害量が削減されていた。

さらに、LIME の統合化係数により単一指標を算出した（図2）。LIME は、3つの統合化係数により統合化指標（Ver.1～3）を得ることができる³⁾。Ver.1 および Ver.2 はコンジョイント法により得られた重み付け係数（貨幣価値換算値および無次元値）で求められ、Ver.3 は、アンケートから AHP（階層化分析法）により設定した重み付け係数（無次元）で求められる。UFC 橋は統合化の結果、PC 橋に比べ Ver.1, Ver.2, Ver.3 はそれぞれ 16%, 16%, 12%低減しており（図2）、各手法に削減量の大きな差は見られなかった。

既往の報告²⁾では、UFC 橋の上部工の軽量化により下部工の資材が大幅に削減され、表4に示すように各評価で環境負荷の削減が見込まれた。ここでは Ecological Scarcity 法は大気排出物質量のみを影響要因として評価した。そこで本事例を大気排出物質量のみで考慮すると、UFC の適用による削減率が3～7%に留まり、Ecological Scarcity 法の20%を大きく下回った（図2）。これは大気排出物質に関する重み付け係数の相違および統合化手法の違いによるためと考えられた。さらにLIMEで資源消費量や廃棄物量を考慮した場合の方が、UFC の環境影響低減効果が大きくなると評価された。LIME が日本国内の事情にあわせ資源消費や廃棄物処分を重要視した重み付け係数や統合化の手順が採用されているためと考えられた。

4. まとめ

UFC を適用した構造物の環境影響評価を実施し、各

評価手法による結果を比較した結果、各手法で UFC を適用することによる削減率にばらつきがみられた。構造物の統合化による環境影響評価は、今後ケーススタディの蓄積とともに適切な評価手法の検討が必要と考えられた。

参考文献

- 1) 石原明日子, 大脇英司, 武者浩透, 新藤竹文, 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, 第60回土木学会年次学術講演会, V-200, 2005
- 2) 石原明日子, 大脇英司, 新藤竹文, 堺孝司: 超高強度繊維補強コンクリートの適用による環境負荷低減効果, コンクリート工学年次論文集, 第28巻, 投稿中
- 3) 社団法人 産業環境管理協会: ライフサイクル環境影響評価手法, LIME-LCA, 環境会計, 環境効率のための評価手法・データベース, 2005年
- 4) 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

表2 UFC 橋および PC 橋の環境負荷量

環境負荷項目	単位	UFC橋	PC橋
大気排出物質量CO ₂	t	135	185
SO _x	kg	225	156
NO _x	kg	243	474
ばいじん	kg	37	22
資源使用量			
石油換算	t	6	13
石炭換算	t	44	72
天然ガス	kg	285	853
購入電力	Mwh	16	27
非金属鉱物	t	108	222
鉄	t	58	93
廃棄物			
使用量	wetkg	3608	5039
発生量	wetkg	404	675

表3 LIME による環境負荷統合化の結果（被害量）

	人間健康 (DALY)	社会資産 (円)	生物多様性 (EINES)	一次生産 (kg)
UFC橋	5.24E-02	2.41E+05	1.80E-09	3.39E+03
PC橋	4.93E-02	3.58E+05	3.03E-09	5.62E+03

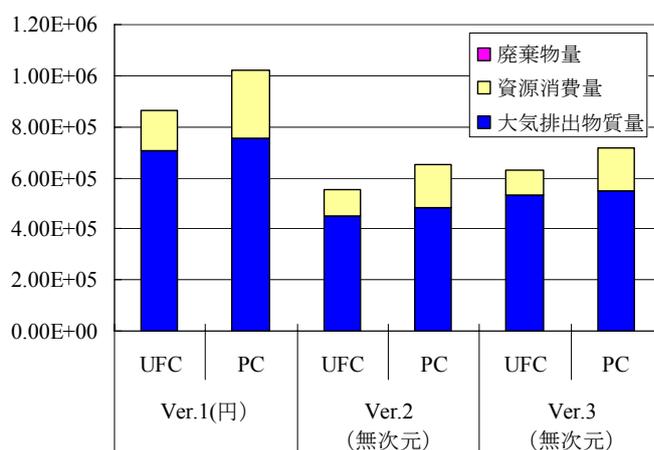


図2 LIME による環境負荷統合化の結果（統合化結果）

表4 UFC を適用することによる削減率

評価手法	Ecological Scarcity法		LIME		
	温暖化	酸性化	Ver.1	Ver.2	Ver.3
削減率	27%	10%	16%	16%	12%