

橋梁の長寿命化と新形式を考慮したライフサイクルアナリシスに関する研究

名古屋大学 学生会員 坪内佐織
 名古屋大学 フェロー会員 伊藤義人
 名古屋大学 正会員 金仁泰

1. はじめに

国際的に環境問題への関心が高まる中、建設分野では環境負荷を削減する方策が求められている。そのため、社会資本構造物のライフサイクルにおけるコストの削減のみならず、環境負荷の削減についても十分考慮が必要である。本研究では、社会基盤として重要な構造物の一つである橋梁を対象として、目標供用期間を改訂された道路橋示方書に規定されている100年と設定したときの建設・維持管理・廃棄時におけるコスト及び環境負荷を試算し、その結果を比較・検討することにより、対象橋梁の特徴を示すことを目的としている。対象とする橋梁形式はI型桁・箱桁・トラスであり、

表-1 評価条件¹⁾

これらの各従来型橋梁と新形式橋梁についてライフサイクルにおけるコスト(LCC)及び環境負荷(LCCO₂)を試算した。

	従来桁	少数主桁	従来箱桁	開断面	細幅	従来トラス	合理化トラス
形式	鋼連続非合成I桁橋		鋼連続非合成箱桁橋		鋼連続非合成トラス橋		
橋長	90~180m		150~240m	180~240m	180~300m	240~300m	
幅員	10.5m		10.5m		10.5m		
支間長	30~60m		50~80m	60~240m	60~100m	80~100m	
床版	RC	プレキャストPC	RC	合成床版		RC	プレキャストPC
主桁	4本	2本					

2. 評価条件の設定

本研究では前述のとおり、I桁・箱桁・トラスの大きく分けて3つの構造について山間部にこれらを建設した際のライフサイクルアナリシスを行う。

日本橋梁建設協会¹⁾によって示されている構造形式を参考とし、これらの構造の断面形状すべてを、有効幅員10.5m(総幅員11.5m)、3スパン連続鋼非合成と統一させた。表-1に各橋梁形式の評価条件を示す。これらの条件の下、各形式の支間長を10m毎に変化させ、LCC及びLCCO₂を試算する。本研究におけるLCCO₂(E_T)及びLCC(C_T)は以下の式により表される。なお、環境負荷は二酸化炭素排出量を指標として試算する。

部材名		従来型トラス	合理化トラス
床版	更新	50年	100年
	補修	上面増厚工法 25年	間詰コンクリート取替 50年
塗装	A-1(長油性フタル酸樹脂)	JH-1(薄膜型重防食)	
		15年	40年
支承	鋼製支承	30年	ゴム支承 100年
伸縮装置	フィンガージョイント 30年		
舗装	高機能舗装 20年		

表-2 寿命設定²⁾

$$E_T = E_c + E_M + E_R \dots (1) \quad C_T = C_C + C_M + C_R \dots (2)$$

ここで添え字のTはライフサイクル全体、Cは建設段階、Mは維持管理(供用)段階、Rは廃棄・架替え段階を示している。各段階の重要項目についてコスト及び環境負荷を試算し、その総和がライフサイクル全体のコスト、環境負荷となる。

維持管理段階においては、橋梁の各部材についての寿命を設定し、各部材が寿命を迎え次第交換を施し、橋梁の供用期間内は一定の部材寿命を用いて交換し続けるという仮定の下、試算を行う。表-2にトラスにおける各部材寿命を示す。本来、各部材寿命は、橋梁設置場所の環境や部位、交通量等により異なるため、一定の値として定めることは困難である。しかし、ライフサイクルアナリシスを適用するにあたって、部材寿命の設定は必要であるため、本研究では、日本橋梁建設協会²⁾により過去の実績から定められた平均的な部材寿命を採用した。新形式橋梁に用いられている部材の寿命はまだ推定するには実績が足りないため、実験等による推定値を用いている。

キーワード：ライフサイクルアナリシス、コスト、環境負荷

連絡先：〒464-8603 名古屋市千種区不老町 (Tel 052-789-2737)

3. 試算結果

以下に試算結果を示す．本研究では，先ほど述べたすべての形式について LCC 及び LCCO₂ を試算したが，今回はスペースの関係により，支間長を 80m と仮定したトラス橋の LCCO₂ に注目することとする．この試算結果を図-1，2 に示す．図-1 より，合理化トラスの LCCO₂ は，建設から 100 年経過した時点において従来トラスより約 67% 低い値となることが分かった．また，図-2 に注目すると，維持管理段階において合理化トラスは従来トラスより LCCO₂ が約 80% 低い値となっており，維持管理段階における環境負荷の大幅削減が，LCCO₂ の低減に大きく影響していることが分かった．

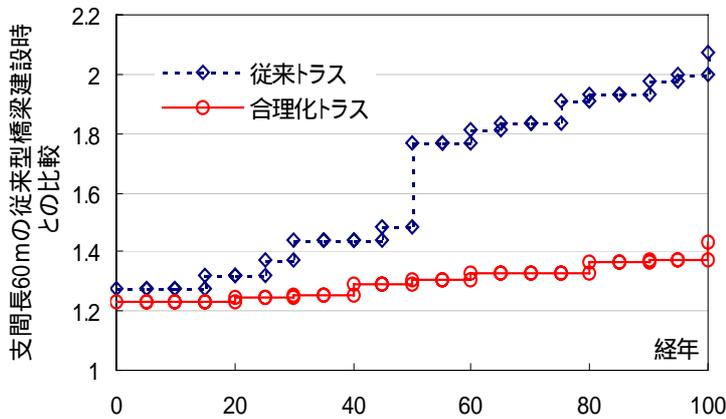


図-1 トラス橋の LCCO₂ 試算結果

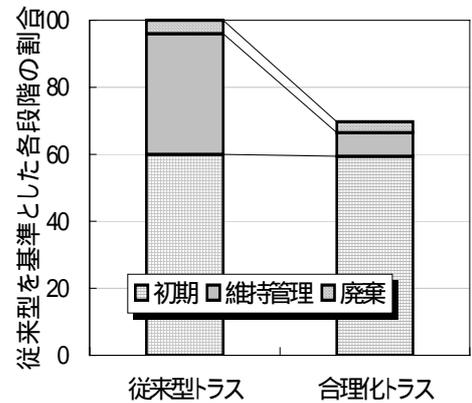


図-2 LCCO₂100 年目における各段階の割合

次に，すべての形式の支間長を 10m 毎に変化させた LCC 及び LCCO₂ 試算結果を図-3 に示す．これらは建設から 100 年経過した時点における試算結果を示している．まず，LCCO₂ の結果を形式別に注目すると，トラスの支間長に対する変化は，桁橋のそれより大きいことが分かる．また，それぞれの形式について従来型橋梁と合理化型橋梁とで比較すると，従来型橋梁の支間長に対する変化が，合理化型橋梁のそれより大きいことも分かる．しかし，これらの傾向は LCC では見られなかった．

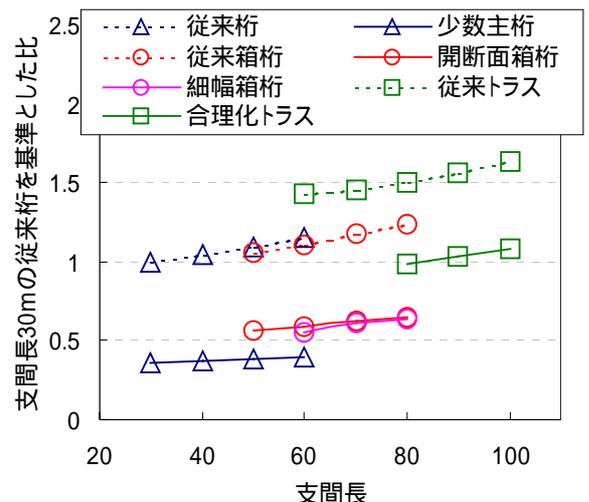
4. 結論

本研究では，従来型橋梁と合理化型橋梁の LCC 及び LCCO₂ を試算しこれらと比較した．その結果，両者共に合理化型橋梁が従来型橋梁より約 55～65% 低い値となり，合理化型橋梁は低コストのみならず，低環境負荷であることを定量的に明らかにした．そして，環境負荷及びコストの大幅削減は，維持管理段階における削減が最も影響していることも示した．

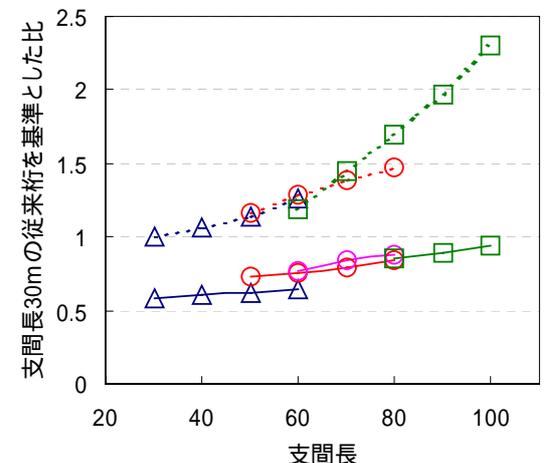
また，合理化型橋梁の支間長に対する LCC 及び LCCO₂ の変化率は従来型橋梁より小さいことを明らかにした．

参考文献

- 1) 社団法人 日本橋梁建設協会(2003)：新しい鋼橋の誕生
- 2) 社団法人 日本橋梁建設協会(2003)：鋼橋のライフサイクルコスト
- 3) 伊藤義人・梅田健貴(2000)：合理化橋梁と従来型橋梁のライフサイクルにおける環境負荷とコストの比較研究
- 4) 伊藤義人・岩田厚司(2001)：橋梁部材耐久性評価のための環境促進実験と LCA 適用性に関する研究



a) 支間長毎のライフサイクルコスト



b) 支間長毎のライフサイクル環境負荷

図-3 従来型橋梁を基準とした場合の比較