

鋼橋のライフサイクルにおける CO₂ 排出量に関する基礎的研究

長崎大学大学院 正 会 員 中村聖三

長崎大学工学部 学生会員 ○谷口弘樹

長崎大学大学院 正 会 員 西川貴文

1. はじめに

京都議定書における二酸化炭素排出量の削減目標として、2012 年までに日本は-6%、アメリカ合衆国は-7%、当時の欧州連合は-8%などの値を掲げていたが、削減どころか逆に増加している。環境問題への世界的な関心は高まってきてはいるが、現状では効果的な対策はなく、各分野で環境に配慮した対策が必要である。社会資本整備は事業の規模の大きさから環境に与える影響は大きいと考えられる。しかし、例えば鋼橋の設計では近年の人件費の高騰によりその削減のため、材料を多く使用しても製作に要する工数を低減する合理化桁が一般的になっている。本研究では一般的な鋼橋のライフサイクルに着目し、従来の最小重量設計と現在の合理化桁に関して CO₂ 排出量を算定し、それらの比較を試みた。

2. 対象橋梁

(社)日本橋梁建設協会による「合成桁の設計例と解説」^{1),2)}に示された橋梁(図-1)を対象とし、平成7年度、17年度の設計例をそれぞれ従来の最小重量設計、現在の合理化桁と位置づけた。

3. 算出方法

両橋梁とも下記の段階に分けてそれぞれの CO₂ 排出量を求めた³⁾。

A : 建設段階

材料製造時における CO₂ の排出量は設計図によって得られた鋼、コンクリート、アスファルト、塗料の各質量に原単位を乗じて算出する。溶接については最も一般的な溶接方法である CO₂ 溶接を行うと仮定する。溶接および穿孔における CO₂ 排出量についても原単位にそれぞれ溶接長、孔の個数を乗じて算出する。塗装については鋼道路橋塗装・防食便覧の C-2 仕様を想定し、同様に塗装面積に原単位を乗じる。各原単位は表-1 に示した土木学会推奨値を用いる³⁴⁾。輸送時における CO₂ 排出量は部材製作工場から架設現場への距離を 400km と仮定し、輸送時に必要な燃料から算出する。架設にはトラッククレーンベント工法を採用すると想定し、建設機械から排出される CO₂ を使用燃料から算出する。施工時の CO₂ 排出量も建設機械の使用燃料から算出する。

B : 維持管理段階

維持管理段階においては、橋梁自体の寿命よりも劣化の早いと考えられる部材についての耐用年数を設定し、各部の耐用年数到来時にそれらを取り替えることによって、橋梁自体の寿命まで供用していくと想定する⁵⁾。劣化の早いと考えられる部材とそれらの想定寿命を表-2 に示す。

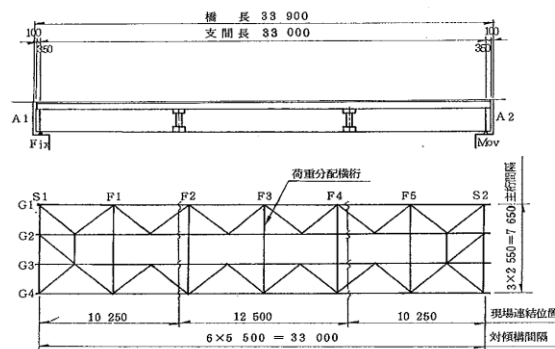


図-1 対象橋梁の概要

表-1 各 CO₂ 排出量原単位

項目	原単位
圧延鋼材(kg-C/kg)	0.411
鉄筋(kg-C/kg)	0.128
コンクリート(kg-C/kg)	0.034
アスファルト(kg-C/kg)	0.011
塗料(kg-C/kg)	0.452
溶接(kg-C/m)	0.171
穿孔(kg-C/個)	0.03628

表-2 各部材の寿命

考慮する箇所	寿命
塗装	10 年
床版	100 年
橋面舗装	15 年
伸縮継手	20 年

C：廃棄・架替段階

廃棄・架替え段階では、旧橋撤去後に同形式の橋梁に架け替えるものと仮定する。廃棄場までの距離を 200km と想定し、廃棄時の CO₂ 排出量は解体に使用する建設機械による排出量と廃棄場までの輸送による排出量を合計したものとする。架け替え時の CO₂ 排出量は建設段階と同量とする⁵⁾。

4. 結果と考察

ここでは、材料製造時と塗装・溶接・穿孔時の CO₂ 排出量を示す。表-3 はそれぞれの橋梁の諸元、表-4 はそれぞれの材料の製造、または部材製作工程における CO₂ 排出量を示したもの、図-2、図-3 は平成 7 年度と平成 17 年度の設計例における材料製造、部材製作工程全体の CO₂ 排出量に示すそれぞれの割合を示したものである。

工場製作における CO₂ 排出量の値は、最小重量設計より現在の合理化桁のほうが大きい。圧延鋼材製造時の CO₂ 排出量は変化があったものの、その他の材料では変化はなく、塗装、溶接、穿孔の各作業工程で多少の変化があったのみであった。これは、最小重量設計に比べて、主桁と対傾構の重量が増加したがそれ以外については、両者に有意な差がなかったためである。また、図-2、図-3 より工場製作における CO₂ 排出量は圧延鋼材が 6 割を占めており、工場製作での CO₂ 排出量の変化は圧延鋼材の使用量に依存していることがわかる。

5. まとめ

本文では、橋梁のライフサイクルのうち、材料の製造および工場製作時の CO₂ 排出量のみを示し、その大部分が材料製造時の CO₂ であることや合理化設計の方が鋼重が増加した分 CO₂ 排出量が多いことを述べた。建設段階の輸送時、維持管理段階を含めた橋梁のライフサイクル全体における CO₂ 総排出量については、講演当日に報告する。

参考文献

- 1) (社)日本橋梁建設協会：合成桁の設計例と解説（平成 7 年度版）
- 2) (社)日本橋梁建設協会：合成桁の設計例と解説（平成 17 年度版）
- 3) 米沢栄二，三輪恭久，中原勝也，中村俊一：CO₂ 発生に着目した鋼橋の環境負荷，構造工学論文集，Vol. 47A, pp.1075-1082, 2001
- 4) 酒井寛二：土木建設物の二酸化炭素排出量原単価の推定，第 4 回地球環境シンポジウム講演集，pp43-48, 1996
- 5) 小幡卓司，大野良輔，林川俊郎：橋梁構造物のライフサイクルにおける地球温暖化環境負荷の定量的評価に関する研究，土木学会論文集 Vol. 62, No. 2, pp.191-203, 2006

表-3 対象橋梁の諸元

項目	平成 7 年度	平成 17 年度
圧延鋼材(t)	43.3	51.5
電炉製棒鋼(t)	17.4	17.5
コンクリート(t)	219.9	220.5
アスファルト(t)	48.3	48.5
塗装面積(m ²)	851.6	898
塗料(t)	1.507	1.589
溶接長(m)	689	681
穿孔数(個)	6508	7578

表-4 製作時の CO₂ 排出量(t)

項目	内容	平成 7 年度	平成 17 年度
工場製作	圧延鋼材	17.81	21.02
	電炉製棒鋼	2.231	2.246
	コンクリート	7.477	7.499
	アスファルト	0.532	0.533
	塗装	0.681	0.718
	溶接	0.118	0.117
	穿孔	0.236	0.275
小計		29.08	32.41

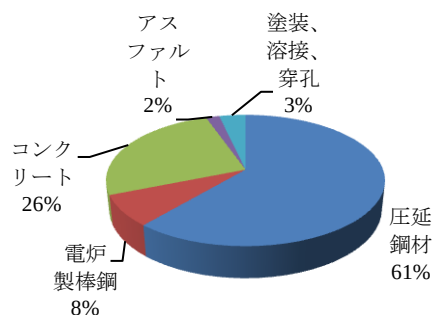


図-2 最小重量設計の製作時の CO₂ 排出量の割合

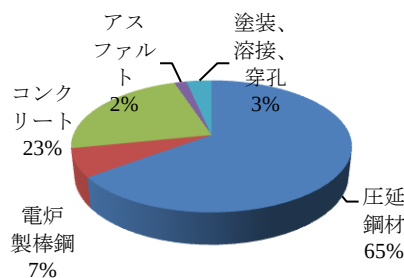


図-3 合理化桁の製作時の CO₂ 排出量の割合