

橋梁用防護柵の LCA・LCC と性能照査型設計システム

名古屋大学大学院 学生会員 鈴木 達
名古屋大学大学院理工科学総合研究センター フェロー会員 伊藤 義人

1. はじめに

防護柵の設計、設置基準である防護柵設置要綱は、1999 年に改訂が実施され、新たに性能照査型設計法の考え方が導入され、防護柵の有すべき性能が規定された。防護柵は、実車衝突実験を補完する衝突解析¹⁾、景観面の考慮など、性能照査型設計法がより有効に機能するように研究が進められている。

このような背景から、防護柵のライフサイクルにおける環境負荷とコストを比較し、ライフサイクル全体で最適設計を行う。また、設計、市民への説明責任、研究を考慮した設計システムを考察する。本研究において、防護柵の性能照査型設計法に環境負荷及びコストの適用を初めて試みる。

2. 防護柵のライフサイクル

2.1 防護柵の比較条件の設定

本研究では、表-1に示す6種類について、LCA と LCC の比較を行う。防護柵の種別については、高速道路に多数設置されている上位種別の SA 種とする。また、たわみ性防護柵は、橋梁用防護柵を対象とし、角型ビーム式、横梁3本、高さ750mmを他の防護柵と比較する。ライフサイクルの評価をする場合、寿命を設定しなければならないが、橋梁用防護柵の場合、橋梁が架け替えられるまで取り替えられることがほとんどなく、約100年以上の寿命を期待して設計されているので、橋梁の寿命に依存するものとし、従来型橋梁の寿命60年とする。また、鋼製の防護柵の塗装寿命は、ヒアリング結果から20年とした。

以上の条件を元に、防護柵のLCA「ライフサイクルアセスメント (CO₂排出量)」とLCC「ライフサイクルコスト」を算出し比較する。本研究では、さらにリサイクル材を用いた場合の比較も行なう。

2.2 比較結果

図-1にライフサイクルにおける、CO₂排出量およびコストを示す。縦軸は、1メートルあたりの二酸化炭素発生量もしくはコスト、横軸は、建設後の経過年数を示す。

二酸化炭素発生量は、アルミニウム合金を使用している防護柵（アルミニウム合金製防護柵、アルミニウム合金-コンクリート複合型防護柵）の方が、鋼製防護柵と比較して約2.4倍、約1.8倍となり、環境負荷が大きくなった。維持管理段階におけるCO₂排出量は、鋼製防護柵と複合型防護柵（鋼-コンクリート）の塗装によるもの

表-1 対象とする防護柵

種類	材料	種別など
たわみ性防護柵 (橋梁用防護柵)	鋼製	SA種
	アルミニウム合金製	SA種
剛性防護柵	コンクリート製	スリップフォーム(Rr)
		プレキャスト(Rp)
複合防護柵	鋼-コンクリート	SA種
	アルミ-コンクリート	SA種

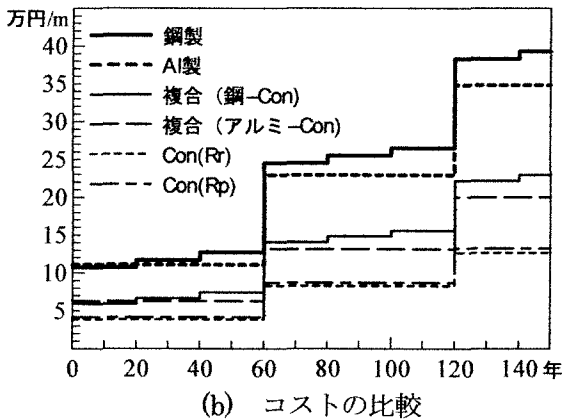
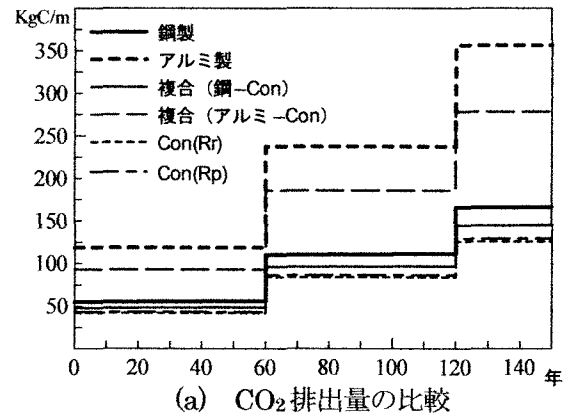
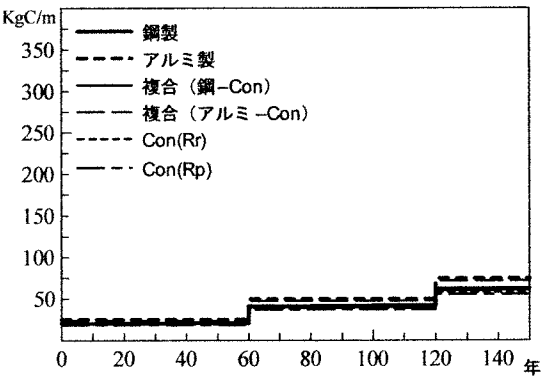


図-1 CO₂排出量とコストの比較

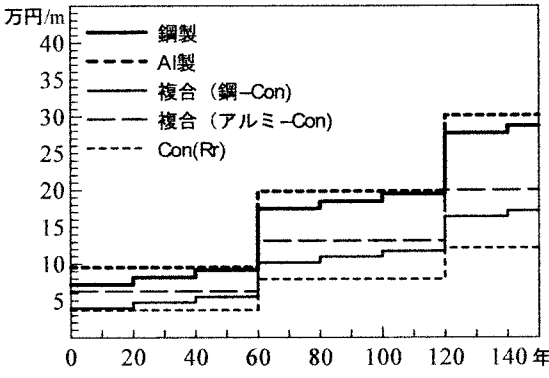
のみであり、その他の防護柵は、メンテナンスフリーと仮定したので、CO₂は排出しない。また、塗装1回あたりのCO₂排出量は、建設段階の約0.8%程度であり、60年の段階（塗装2回）で1.6%しかなく、塗装回数によって環境負荷の順位が入れ替わるほどの影響はないことが分かった。

コストを比較すると、コンクリート製防護柵が、橋梁用防護柵の約40%、複合防護柵の約65%と有利な結果となった。たわみ性防護柵だけで比較すると、鋼製は、塗装約2回でアルミニウム合金製よりコストが大きくなる。景観を考慮して選択にあたっては、防護柵を設置する場所が景観的に重要な、重要でないかを十分考慮した上で検討する必要があるだろう。

次に、リサイクル材を使用した場合の比較結果を図2に示す。二酸化炭素排出量は、図1と比べ約50~80%低減でき、コストでは、鋼製橋梁用防護柵と鋼製複合防護柵は、約30%低減され、アルミニウム合金製の防護柵よりも小さくなることが分かる。また、コンクリート製防護柵の価格は、約4%しか減少しなかった。このことから、リサイクル材を用い、性能を維持し、かつ環境負荷を低減することは、橋梁寿命に依存する防護柵においては大変重要な課題であると考えられる。



(a) CO₂ 排出量の比較



(b) コストの比較

図-2 リサイクル材を使用した場合の比較

3. 性能照査型設計システム

本研究では、防護柵の設計システムを開発するために、CADデータから解析用データ及び景観用データを作成するソフトを開発した（図3）。これにより、設計の一連の流れを統合化することができ、解析による安全性能の評価、景観評価を行なうことができる。防護柵の設計、研究、市民への説明責任を円滑に進めるために、性能照査型設計を有効に活用することは重要である。特に市民への説明責任は、性能照査型は防護柵の性能を明確に説明することができ、特に優れていると考えられる。

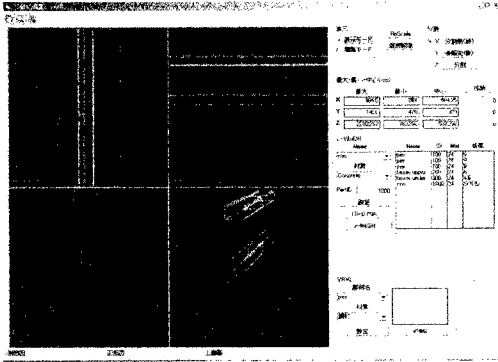


図-3 CAD データ変換ソフト

4. まとめ

本研究で、高速道路の橋梁及び高架に設置される様々な防護柵について、ライフサイクルにおける環境負荷及びコストについての算定を行い、性能照査型設計法における役割を検討した。その結果、LCA、LCCを考慮し、ライフサイクルを考慮した設計を行う重要性を示した。また、性能照査型設計における統合システムを考察した。今後は、設計システムの開発し、ケーススタディを行なうことによって重要性を明らかにしたい。

5. 参考文献

- 1) 伊藤義人, 宇佐美康一: アルミニウム合金製防護柵の実車衝突に関する数値解析的研究, 構造工学論文集, Vol.47A, pp.1707-1718, 2001.