

リサイクル材による高速道路構造物の環境負荷低減効果

大阪市立大学大学院	○学生員	森本 和哉	大阪市立大学大学院	学生員	佐納 壮一
大阪市立大学大学院	正会員	大内 一	大阪市立大学大学院	正会員	角掛 久雄
			大阪市立大学大学院	正会員	鬼頭 宏明

1. はじめに

今日、地球温暖化だけでなく大気汚染など様々な環境問題が浮上している。わが国ではこれまで社会資本整備のために膨大な量のインフラ設備を建設してきた。その中でも高速道路などのコンクリート構造物は社会経済活動の基盤となるものであり、社会環境を快適にし、経済活動を効率的なものにすることに大きく貢献している一方で、環境破壊の象徴として捉えられている。既往の研究¹⁾では既存の高速道路構造物を対象に資材製造から解体までのライフサイクル全体の環境負荷の算定を行ってきた。その結果、資材製造段階ではコンクリートによる環境負荷が資材製造段階全体の48%、鉄筋が47%で、コンクリートと鉄筋で大部分を占めることが分かった。そこで、コンクリートと補強筋にリサイクル材を利用することが解決に向けての方策と考えられる。本研究ではライフサイクルのうち、資材製造、施工および、解体段階に焦点を当てて、リサイクル材料利用による環境負荷低減効果を把握する。考慮するリサイクル材は普通コンクリートに対して低品質再生骨材を用いたコンクリートを、補強筋に対しては高炉鋼を竹筋もしくは電炉鋼利用による環境負荷低減効果を比較検討する。

組み合わせ	コンクリート	補強筋
普通コン+高炉鋼	普通コンクリート	高炉鋼
再生コン+竹筋	再生コン	竹筋
再生コン+電炉鋼	再生コン	電炉鋼

部材	コンクリート強度 (N/mm ²)	竹の置換率 (%)
上部工	29.4	100
下部工	梁 34.5	100
	柱 23.5	50
基礎	23.5	100

17600

表1 考慮するリサイクル材の組み合わせ

組み合わせ	コンクリート	補強筋
普通コン+高炉鋼	普通コンクリート	高炉鋼
再生コン+竹筋	再生コン	竹筋
再生コン+電炉鋼	再生コン	電炉鋼

表2 コンクリート強度と竹筋の置換率

部材	コンクリート強度 (N/mm ²)	竹の置換率 (%)
上部工	29.4	100
下部工	梁	34.5
	柱	23.5
基礎	23.5	100

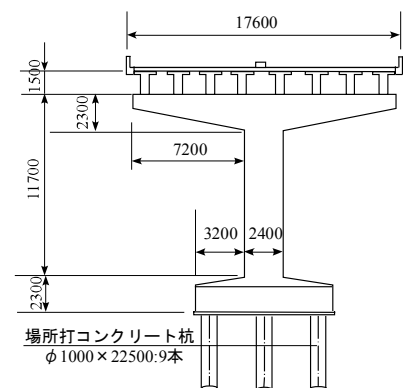


図1 対象構造物概略図

2. 評価条件

本研究では図 1 のような既に共用されている都市内高速道路を対象とする。上部工には PC 桁を、下部工は T 型鉄筋コンクリート橋脚で杭基礎を 9 本有している。再生コンクリートについては実設計で用いられた普通コンクリートと同じ強度になるよう配合設計^{3), 4)}を行った。竹筋の重量は鉄筋の重量に竹と鉄筋の許容応力度⁵⁾および、密度比を考慮して算出する。なお、鉄筋の許容応力は $180(\text{N}/\text{mm}^2)$ 、竹筋は $76(\text{N}/\text{mm}^2)$ である。電炉鋼は高炉鋼と同強度であるとする。表 2 にコンクリート強度と竹筋の置換率を示す。次に、本研究で考慮する環境側面とそれに対応する環境負荷物質を図 2 に示す。また、図 3 に材料、工程、輸送距離の関係を示す。

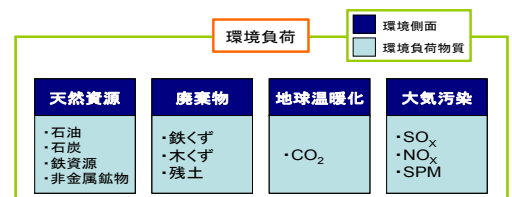


図2 環境側面と環境負荷物質

3. 評価手法

被害算定方法の代表的な環境影響評価手法である LIME(Lifecycle Impact Assessment Method based on Endpoint Modeling)²⁾を用いる。手順としてはまずインベントリ分析を行い、そしてそこで得られたデータに統合化係数を掛け合わせて統合化を行い、環境負荷の算定を行う。ここでインベントリ分析とは図 2 に示した消費エネルギーや排出物質を図 3 で定めた範囲において調査・集計することである。統合化とはインベントリ分析によって得られた各材料、工程でのエネルギー消費量や排出物

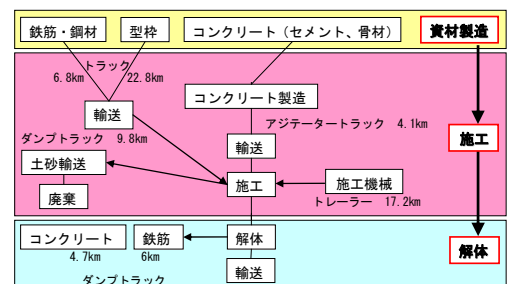


図3 評価範囲

キーワード リサイクル材料 インベントリ分析 統合化

連絡先 〒558-8585 大阪市住吉区杉本 3-3-138 大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻 Tel/Fax:06-6605-2723

の質量に統合化係数を掛け合わせることで環境負荷を貨幣価値換算して算出することである。

4. 評価結果

(1)段階ごとの比較

図4において縦軸に高速道路1km建設における資材製造、施工、解体段階での環境負荷額をとり、材料の組み合わせごとに比較した。ここから、リサイクル材を利用すると環境負荷が初期建設費50億円に対して、竹筋と再生コンクリートの組合せでは約2600万円/km(16%)、電炉鋼と再生コンクリートでは1900万円/km(12%)低減されることが分かる。段階別で比較すると、施工、解体段階では普通材料使用時とリサイクル材使用時では環境負荷にあまり違いはみられないが、資材製造段階では環境負荷低減効果がみられた。

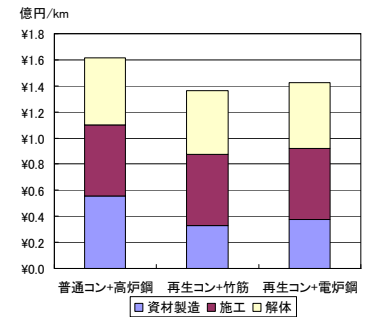


図4 環境負荷算定結果

(2)資材製造におけるインベントリ比較

次に資材製造段階だけを抽出した評価結果を図5に示す。図5より、鉄資源、非金属鉱物、SO_x、石炭による環境負荷が大きく低減されることが分かる。竹筋と再生コンクリートの組合せでは約2300万円/km(41%)、電炉鋼と再生コンクリートでは約1800万円/km(32%)の低減効果がある。

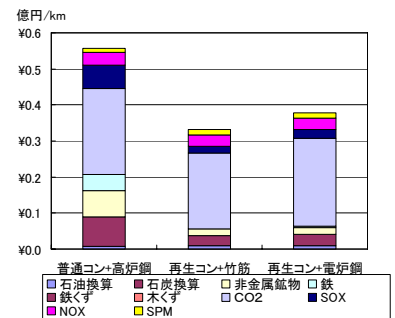


図5 資材製造段階の環境負荷

(3)資材ごとの比較

さらにコンクリートと補強筋に分けて低減効果を検討する。図6にコンクリート、図7に補強筋による環境負荷を示す。図6よりコンクリートでは環境負荷低減効果はあまりみられず、約96万円/km(3%)低減できるという結果となった。その理由としては、再生コンクリートは強度の問題からセメント量はむしろ増加し、セメントによる環境負荷は骨材に比べると圧倒的に大きいからである。一方、図7の補強筋については、高炉鋼を竹に置き換えることで約2100万円/km(92%)、電炉鋼は約1700万円/km(72%)低減できる。これは鉄資源と燃料消費による環境負荷が減少したためである。

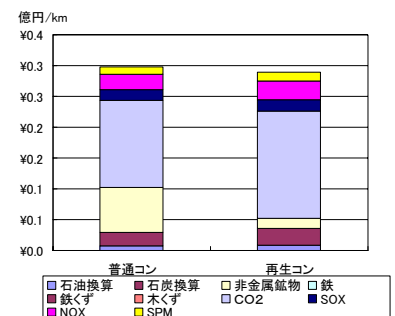


図6 コンクリートの環境負荷

5. まとめ

- ・リサイクル材を高速道路構造物に利用することで環境負荷の低減効果が把握できた。その中でも資材製造段階での環境負荷低減効果が大きく、竹筋と再生コンクリートの組合せでは約2300万円/km(41%)、電炉鋼と再生コンクリートでは約1800万円/km(32%)の低減効果があることが分かった。
- ・補強筋に関しては大きな環境負荷低減効果が得られ、高炉鋼を竹に置き換えることで約2100万円/km(92%)、電炉鋼は約1700万円/km(72%)低減できることが分かった。
- ・コンクリートによる環境負荷低減のために、環境負荷の少ないセメントの開発が望まれる。

【参考文献】

- 1)佐納 壮一：道路橋の環境影響に関する基礎的研究，大阪市立大学工学部都市基盤工学科卒業論文，2009
- 2)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
- 3) 斉藤 尚：低品質骨材の構造部材への適用に関する基礎的研究，大阪市立大学大学院工学研究科都市系専攻構造およびコンクリート工学分野修士論文，2009
- 4)社団法人 日本材料学会：建設材料実験，社団法人 日本材料学会，第7版，2007
- 5)松田一樹ら：竹筋再生コンクリートに関する基礎的研究，第65回年次学術講演会発表予定 2010

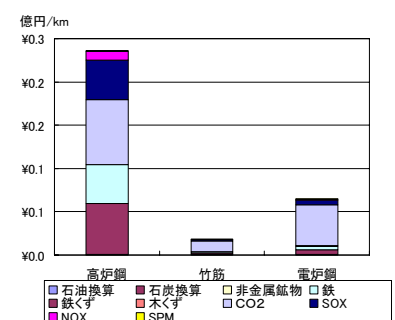


図7 補強筋の環境負荷