

FRP 構造物の環境側面の評価に関する検討

清水建設技術研究所 正会員 ○田中 博一
 清水建設技術研究所 フェロー会員 栗田 守朗
 旭硝子マテックス 田澤 仁
 長岡技術科学大学 正会員 下村 匠

1. はじめに

近年、二酸化炭素排出量など土木構造物が環境に及ぼす影響が注目され、構造物の環境側面に関する考え方やその評価法が議論されている。土木学会では、コンクリート構造物の環境側面に対する検討が比較的に早くに取り組み、成果が取りまとめられた^{1),2)}。コンクリート以外の構造物に対しても、環境側面の研究が望まれている。

本報告では、FRP 構造物の環境側面のひとつとして材料製造段階から構造物の施工段階の CO₂ 排出量の評価を試み、PC 構造物と比較検討した結果について述べる。なるべく現実的な条件を設定して計算を行うために、実在の FRP 構造物である沖縄伊計平良線ロードパーク橋の実例を参考にした。ただし、計算にあたっては、実際に比べていくつか条件の簡略化を行い、仮定を設けた部分もある。

2. 対象構造物

評価対象として想定した構造物は、道路を跨ぐ FRP 歩道橋および PC 歩道橋である。FRP 歩道橋は、橋長約 38m、幅員約 4.5m とし、上部工の形式は 2 径間連続桁橋、FRP としては、繊維にガラス繊維、樹脂にはビニルエステル樹脂を使用したものを想定した。PC 歩道橋は、橋長約 36m、幅員約 3.5m とし、上部工の形式は 1 径間ポストテンション中空床版桁橋とした。なお、いずれにおいても、下部工の躯体形式は壁式橋脚、基礎形式は鋼管杭基礎とした。

3. 評価範囲

FRP 歩道橋およびの PC 歩道橋の環境側面評価範囲を図-1 に示す。今回の検討で評価した範囲は材料製

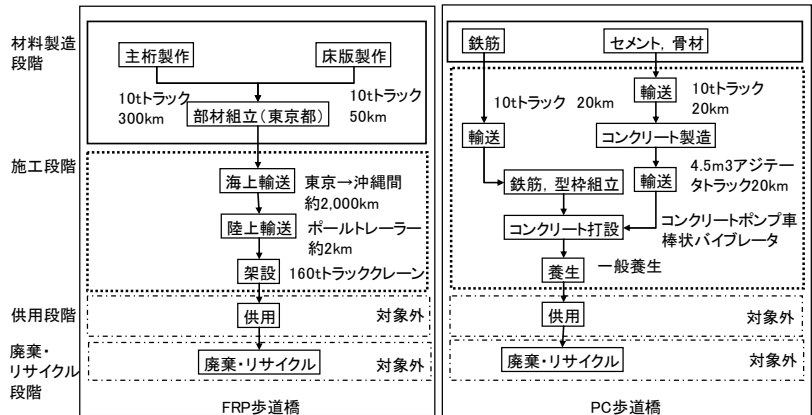


図-1 FRP 歩道橋および PC 歩道橋評価範囲

造段階および施工段階であり、供用段階および廃棄・リサイクル段階は対象外とした。FRP 歩道橋については、ハンドレイアップ成形材である主桁および引抜成形材である床版、床組はそれぞれ別の工場で作成され、東京都の組立工場を組み立てられた後、東京から沖縄まで海上輸送されたものとした。

4. CO₂ 排出量原単位

各材料、コンクリート施工時および輸送時の CO₂ 排出量の原単位を表-1 に示す。FRP の CO₂ 排出量の単位は、既往の報告³⁾を参照した。コンクリート、鉄筋、PC 鋼より線、鋼管杭およびコンクリート施工時の CO₂ 排出量の単位は、土木学会委員会報告書¹⁾を参

表-1 CO₂ 排出量の原単位

大項目	小項目	単位	CO ₂ 排出量原単位
材料	FRP(ハンドレイアップ)	kg	4.97 kgCO ₂ /kg
	FRP(引抜き材)	kg	3.09 kgCO ₂ /kg
	コンクリート(Fc27N/mm ²)	m ³	211.1 kgCO ₂ /m ³
	鉄筋	kg	0.755 kgCO ₂ /kg
	PC鋼より線	kg	1.31 kgCO ₂ /kg
	鋼管杭	kg	1.25 kgCO ₂ /kg
輸送	海上輸送	t*km	0.039 kgCO ₂ /t*km
	陸上輸送	t*km	0.154 kgCO ₂ /t*km
施工	コンクリート	m ³	39.0kgCO ₂ /m ³

キーワード FRP, 実構造物, 環境側面, CO₂ 排出量

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 TEL 03-3820-6970

照した。陸上および海上輸送時のCO₂排出量原単位は、国土交通所のHPに示されている値を参照した。

5. 評価結果

5. 1 材料製造段階

材料製造段階におけるCO₂排出量を図-2に示す。上部工は、FRP歩道橋の方がPC歩道橋よりCO₂排出量が約8%大きくなった。これは、FRP歩道橋では、上部工を軽量化できるが、CO₂排出量の原単位は、FRPの方がコンクリートより大きいためと考えられる。一方、下部工は、FRP歩道橋の方がPC歩道橋よりCO₂排出量が約50%低減された結果となった。これは、FRPによる上部工の軽量化の結果、下部工の省略化、特に鋼管杭を減少できたためと考えられる。材料製造段階ではFRP歩道橋の方がPC歩道橋よりCO₂排出量が約18%低減される結果となった。

5. 2 施工段階

施工段階におけるCO₂排出量を図-3に示す。上部工は、FRP歩道橋の方がPC歩道橋よりCO₂排出量が約80%低減された。これは、FRP歩道橋の施工段階の作業のほとんどがCO₂排出量の小さい海上輸送であったためである。下部工は、FRP歩道橋の方がPC歩道橋よりCO₂排出量は約45%低減された。これは、FRPによる上部工の軽量化の結果、下部工のコンクリート数量がPC歩道橋よりFRP歩道橋の方が少なくなったためである。施工段階におけるCO₂排出量はPC歩道橋よりFRP歩道橋の場合で約70%と大幅に低減される結果となった。

5. 3 総合評価

材料製造段階および施工段階を合わせたCO₂排出量を図-4に示す。FRP歩道橋の方がPC歩道橋よりCO₂排出量は約22%低減される結果となった。FRP歩道橋は、材料のCO₂排出量は大きいものの、上部工の軽量化による下部工の省略により、総合的にはPC歩道橋より低減される結果となった。

6. まとめ

今回の検討では、構造物の環境側面の観点から、FRP構造物が従来のPC構造物に対抗できることを明らかにした。しかしこの種の計算の結果は計算仮定に依存している。今後とも検討を重ねる必要がある。

本報告の内容は土木学会「革新的構造材料の活用検討委員会」（平成16-17年度）の検討結果である。

本報告で参考にした伊計平良線ロードパーク橋に

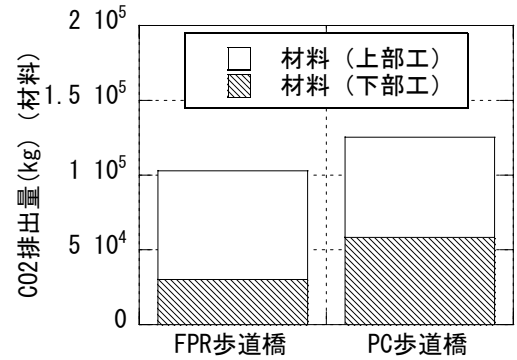


図-2 材料製造段階のCO₂排出量

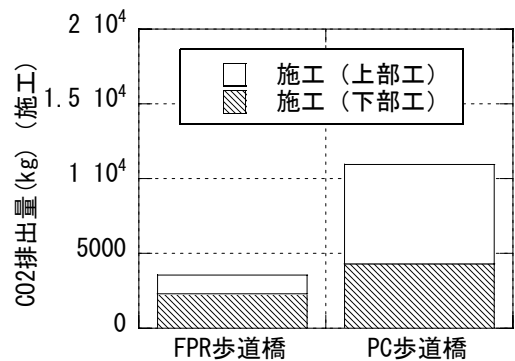


図-3 施工段階のCO₂排出量

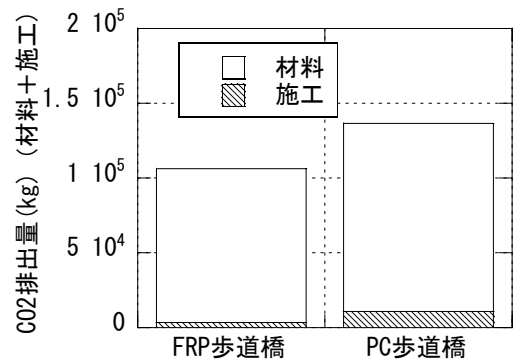


図-4 材料製造+施工段階のCO₂排出量

関する資料は沖縄県土木建築部中部土木事務所より提供していただきました。付記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 土木学会：コンクリートの環境負荷評価(その2)，コンクリート技術シリーズ62，2004年
- 2) 土木学会：コンクリート構造物の環境性能照査指針(試案)，コンクリートライブラリー125号，2005年
- 3) 強化プラスチック協会：だれでも使えるFRP-FRP入門-，2002年