

鋼橋およびPC橋のLCCO<sub>2</sub>比較

(株)荒谷建設コンサルタント 正会員 ○多賀谷宏 広島大学 正会員 河合研至  
 (株)荒谷建設コンサルタント 正会員 岡本 晋 (株)ヒロコン 正会員 木村 寛  
 復建調査設計(株) 鈴木智郎 極東工業(株) 正会員 河金 甲  
 三菱重工業(株) 正会員 金田一智章

## 1. はじめに

1997年に採択された京都議定書の温室効果ガス（とりわけCO<sub>2</sub>）の排出削減に向け自動車産業などメーカーは競って努力を重ねている。一方、建設業（土木）の取り組みは、その重要性は認識しつつもCO<sub>2</sub>の定量的削減をライフサイクルコストに積極的に反映するまでには至っていない。近い将来、建設時においてCO<sub>2</sub>排出削減の義務付けや環境負荷税の導入も考えられる。

本報告は、鋼橋とPC橋の上下部工において、橋種、材料、工法などの選定が環境負荷（CO<sub>2</sub>排出量）に及ぼす影響を比較検討することを目的として、ケーススタディを実施した結果をとりまとめたものである。

## 2. ケーススタディ対象橋梁

CO<sub>2</sub>排出量の算出に用いたモデル橋はPC橋8橋、鋼橋9橋の全17橋であり、各々の建設時の上部工と下部工のCO<sub>2</sub>排出量を算出した。なお、上部工形式によるCO<sub>2</sub>排出量の違いを把握する目的で、同一橋梁にて異なる上部工形式についてもケーススタディを実施した。

3. CO<sub>2</sub>排出量の算出

## 3.1 算出条件

CO<sub>2</sub>排出量の算出にあたっては、以下の仮定を行った。

## ①主材供給における仮定

- ・CO<sub>2</sub>原単位は参考文献<sup>1)</sup>を基本とするが、コンクリートについては配合に基づき原単位を算出する。
- ・鉄筋は電炉製を使用する。

## ②輸送における仮定

- ・生コン、舗装材料の輸送距離は

表-1 CO<sub>2</sub>排出量一覧表（PC橋）

|              | ケース名                                                                       | P0           | P1           | P2      | P3           | P4           | P5            | P6      | P7           |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|---------|--------------|--------------|---------------|---------|--------------|
| 橋梁<br>結<br>元 | 上部工形式                                                                      | ボステン<br>中空床版 | ボステン<br>中空床版 | ボステンT桁  | フレテン<br>単純床版 | 連結<br>ボステンT桁 | 連結<br>ボステンコンボ | 連続箱桁    | 連結<br>ボステンT桁 |
|              | 施工方法                                                                       | 現場打ち         | 現場打ち         | 製作ヤード   | 工場製作         | 製作ヤード        | 工場製作          | 現場打ち    | 製作ヤード        |
|              | 橋長(m)                                                                      | 85.0         | 26.2         | 27.6    | 38.0         | 146.0        | 146.0         | 99.0    | 74.5         |
|              | 径間数                                                                        | 3            | 1            | 1       | 2            | 5            | 5             | 2       | 2            |
|              | 最大支間長(m)                                                                   | 28.3         | 25.3         | 26.8    | 18.3         | 29.5         | 30.5          | 58.5    | 36.3         |
|              | 有効幅員(m)                                                                    | 11.5         | 9.8          | 10.0    | 5.0          | 10.0         | 10.0          | 3.0     | 14.0         |
|              | 橋面積(m <sup>2</sup> )                                                       | 977.5        | 256.8        | 276.0   | 190.0        | 1,460.0      | 1,460.0       | 297.0   | 1,043.0      |
| 上部<br>工      | CO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> )                                      | 398,207      | 152,805      | 135,678 | 93,511       | 576,374      | 652,483       | 272,397 | 411,037      |
|              | 資材(%)                                                                      | 83.2         | 68.1         | 60.7    | 73.2         | 80.3         | 84.9          | 73.7    | 80.4         |
|              | 運搬(%)                                                                      | 5.4          | 9.9          | 6.4     | 15.4         | 3.5          | 7.9           | 6.7     | 3.9          |
|              | 施工(%)                                                                      | 11.4         | 22.0         | 32.9    | 11.4         | 16.2         | 7.2           | 19.6    | 15.7         |
|              | m <sup>2</sup> 当たりCO <sub>2</sub><br>(kg・CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ) | 407.4        | 595.1        | 491.6   | 492.2        | 394.8        | 446.9         | 917.2   | 394.1        |
| 下部<br>工      | CO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> )                                      | 276,896      | 149,193      | 87,094  | 81,627       | 749,030      | 742,210       | 105,901 | 233,765      |
|              | 資材(%)                                                                      | 76.8         | 73.7         | 73.0    | 72.5         | 80.8         | 80.5          | 69.9    | 78.0         |
|              | 運搬(%)                                                                      | 13.7         | 14.2         | 16.6    | 17.2         | 11.5         | 11.7          | 18.7    | 12.2         |
|              | 施工(%)                                                                      | 9.5          | 12.1         | 10.4    | 10.3         | 7.7          | 7.8           | 11.4    | 9.7          |
|              | m <sup>2</sup> 当たりCO <sub>2</sub><br>(kg・CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ) | 3328.1       | 2190.8       | 1434.8  | 1115.1       | 9327.9       | 8742.2        | 1436.9  | 2907.5       |
| 合計           | CO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> )                                      | 675,103      | 301,998      | 222,772 | 175,138      | 1,325,405    | 1,394,694     | 378,297 | 644,802      |

表-2 CO<sub>2</sub>排出量一覧表（鋼橋）

|                                         | ケース名                                                                    | S0        | S1        | S2      | S3      | S4        | S5      | S6      | S7      | S8      |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|---------|---------|-----------|---------|---------|---------|---------|
| 橋梁<br>緒元                                | 上部工形式                                                                   | 連続鉄桁      | 連続鉄桁      | 連続鉄桁    | 連続鉄桁    | 連続鉄桁      | 連続鉄桁    | 連続鉄桁    | 連続鉄桁    | 連続鉄桁    |
|                                         | 主桁本数                                                                    | 5         | 4         | 5       | 3       | 4         | 2       | 2       | 5       | 5       |
|                                         | 橋長(m)                                                                   | 129.0     | 115.5     | 65.9    | 55.5    | 146.0     | 99.0    | 99.0    | 74.5    | 74.5    |
|                                         | 径間数                                                                     | 4         | 3         | 2       | 2       | 4         | 2       | 3       | 3       | 2       |
|                                         | 支間長(m)                                                                  | 35.5      | 45.0      | 32.4    | 28.1    | 41.0      | 58.5    | 38.0    | 24.6    | 36.9    |
|                                         | 有効幅員(m)                                                                 | 11.5      | 10.5      | 10.0    | 7.0     | 10.0      | 3.0     | 3.0     | 14.0    | 14.0    |
|                                         | 橋面積(m <sup>2</sup> )                                                    | 1,483.5   | 1,212.8   | 659.0   | 388.5   | 1,460.0   | 297.0   | 297.0   | 1,043.0 | 1,043.0 |
|                                         | 鋼重(t)                                                                   | 271.1     | 258.7     | 174.6   | 74.1    | 300.2     | 118.6   | 64.2    | 125.1   | 174.8   |
|                                         | m <sup>2</sup> 当たり鋼重(kg/m <sup>2</sup> )                                | 182.7     | 213.3     | 264.9   | 190.7   | 205.6     | 399.3   | 216.2   | 119.9   | 167.6   |
| 上部工                                     | CO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> )                                   | 756,015   | 644,523   | 438,933 | 244,189 | 742,302   | 306,658 | 213,059 | 364,621 | 448,965 |
|                                         | 資材(%)                                                                   | 80.3      | 86.7      | 84.9    | 80.4    | 84.9      | 81.1    | 80.4    | 82.6    | 84.0    |
|                                         | 運搬(%)                                                                   | 10.6      | 4.2       | 3.8     | 6.1     | 5.2       | 5.5     | 5.9     | 5.5     | 4.6     |
|                                         | 施工(%)                                                                   | 9.1       | 9.1       | 11.3    | 13.5    | 9.9       | 13.4    | 13.7    | 11.9    | 11.4    |
|                                         | m <sup>2</sup> 当たりCO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ) | 509.6     | 531.5     | 666.1   | 628.5   | 508.4     | 1032.5  | 717.4   | 349.6   | 430.5   |
| 下部工                                     | CO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> )                                   | 605,781   | 711,293   | 214,485 | 188,778 | 494,901   | 102,406 | 112,640 | 274,461 | 209,924 |
|                                         | 資材(%)                                                                   | 76.0      | 82.4      | 82.6    | 77.1    | 80.1      | 70.2    | 69.6    | 70.9    | 72.4    |
|                                         | 運搬(%)                                                                   | 14.2      | 7.3       | 7.8     | 13.8    | 11.9      | 18.5    | 18.3    | 18.7    | 17.6    |
|                                         | 施工(%)                                                                   | 9.8       | 10.3      | 9.6     | 9.1     | 8.0       | 11.3    | 12.1    | 10.4    | 10.0    |
|                                         | m <sup>2</sup> 当たりCO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> ) | 7544.0    | 8204.1    | 2526.3  | 2348.0  | 5829.2    | 1262.7  | 1401.0  | 3322.8  | 2499.1  |
| 合計CO <sub>2</sub> (kg・CO <sub>2</sub> ) |                                                                         | 1,361,796 | 1,355,816 | 653,418 | 432,967 | 1,237,203 | 409,064 | 325,699 | 639,082 | 658,889 |

片道 10km とする。

- ・その他資材（鋼材、鉄筋、施工機械等）の輸送距離は片道 100km とし、空荷も積荷も同じ排出量とする。

### ③施工における仮定

- ・歩掛は国土交通省積算基準（平成 15 年度版）に準拠する。
- ・主要機械の日稼動時間は 7 時間とする。

## 3.2 算出結果

算出結果一覧表を表-1、表-2 に示す。

## 4. CO<sub>2</sub> 排出量と各パラメータとの相関関係

橋種、橋面積、鋼重、コンクリート量、平均下部工高と CO<sub>2</sub> 排出量との相関についての検討を実施した。結果を図-1～図-4 に示す。

## 5. まとめ

比較検討の結果、以下のことがわかった。

- ① 上下部工ともに、主材供給による CO<sub>2</sub> 排出量が約 60～90% を占める。
  - ② 上部工の CO<sub>2</sub> 排出量は、鋼橋では鋼材重量に、PC 橋ではコンクリート重量に概ね比例する。
  - ③ 上部工の CO<sub>2</sub> 排出量は、同一橋梁での比較では鋼橋と PC 橋とは大きな差はない。
  - ④ 下部工の CO<sub>2</sub> 排出量は、地形・地盤条件で大きく変わるため、相関はみられない。
- また、今後の課題としては以下が挙げられる。
- ① ケーススタディの数を増やし、上部工形式ごとの相関関係を得る必要がある。
  - ② 下部工については、基礎工の有無、土留め工、仮栈橋、仮設道路の状況、地形状況による掘削状況等、条件により影響が大きいいため、パラメータの検討が必要である。
  - ③ 最終的には、グラフの整備を行い、橋種選定段階にて CO<sub>2</sub> 排出量を算出し、環境税等によりコスト換算を行い、設計に役立てたい。

なお本報告は、構造物の維持補修技術研究会（RAMS）LCCA 分科会におけるの活動の概要をとりまとめたものであることを付記する。

## 【参考文献】

- 1) 土木学会：土木建設業における環境負荷評価研究 小委員会講演要旨集，1997

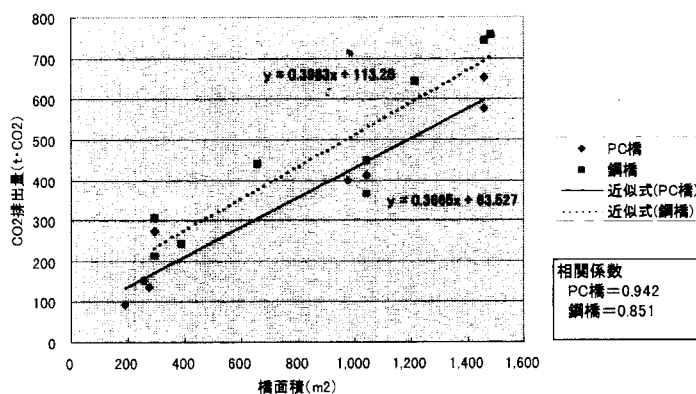


図-1 橋面積と CO<sub>2</sub> 排出量の関係(上部工)

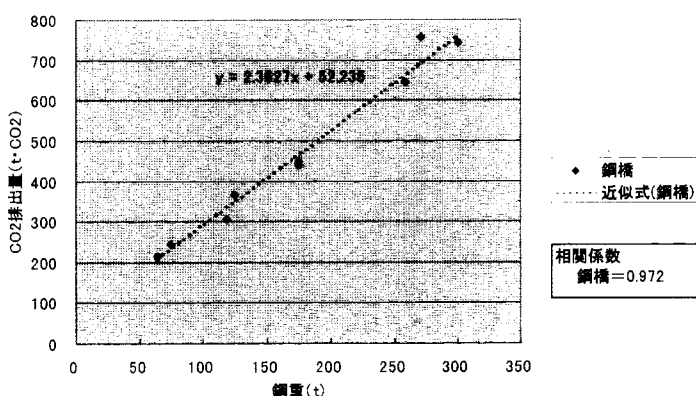


図-2 鋼重と CO<sub>2</sub> 排出量の関係(鋼橋上部工)

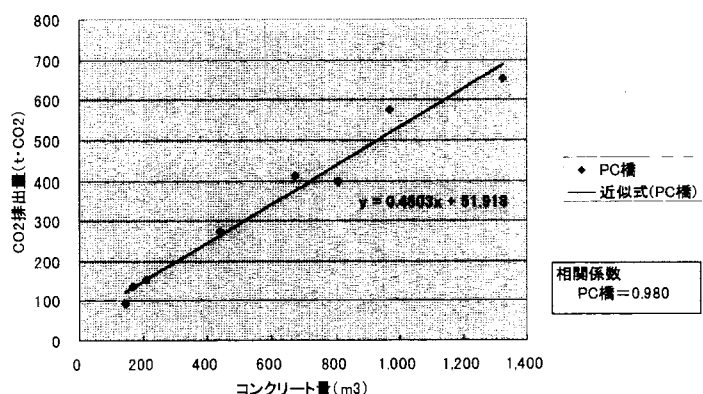


図-3 コンクリート量と CO<sub>2</sub> 排出量の関係(PC 橋上部工)

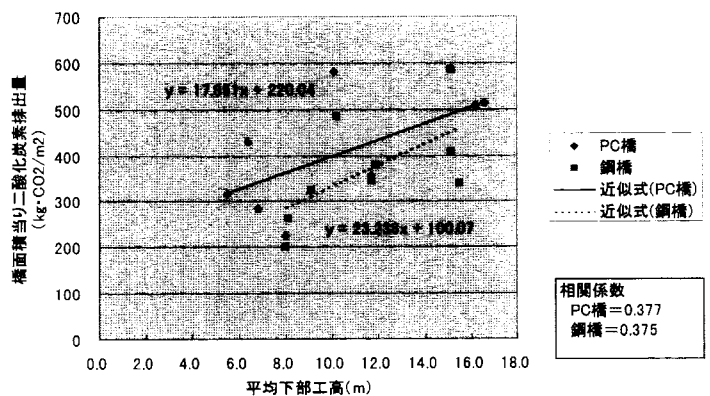


図-4 平均下部工高と橋面積当り CO<sub>2</sub> 排出量の関係(下部工)