

河川事業におけるCO₂排出量算出の試み

竹本典道* 池田鉄哉** 天野邦彦***

1. はじめに

河川事業などの社会資本整備では、コンクリートなど大量の資材を製造し使用している。また、長距離の運搬になった場合、ダンプトラック等の燃料消費が大量になる。さらに、工事の実施に伴い既設の構造物を取り壊し処分することで廃棄物が発生する。これまで、河川工事等ではコストの縮減、建設発生土の再利用などの取り組みが進められてきたものの、二酸化炭素（CO₂）排出量や建設発生土以外の廃棄物発生の抑制に十分配慮されているとは言い難い。

一方で地球温暖化など環境問題に対する国民意識の高まりや廃棄物の発生抑制、資源の持続可能な利用を図る観点から、社会資本整備による環境負荷量を算定し、その低減に向けた取り組みが重要になっている。CO₂排出や建設発生土、廃棄物の発生等の環境負荷については実際の事業の実施状況を踏まえ定量的に評価し、資材の再利用等による低減方策の検討が必要となってくる。事業の設計段階、施工段階ではそれぞれ取り扱うデータや図書の種類や精度が異なるため、それぞれの段階ごとに評価を行う必要がある。

本報では実際の河川事業の例から、設計段階での検討として複数の河道改修案を想定し、各案のCO₂排出量、廃棄物発生量を算定した。また、施工段階での検討として資材を新たに採取、製造する場合のシナリオと通常の工事で行われているように土砂や砕石を再利用する場合のシナリオでのCO₂排出量を比較した。

2. 設計段階での環境負荷低減方策の検討

2.1 比較検討条件等

実際に河川改修の施工を行う段階では改修平面、横断形状などが既に確定している場合がほとんどであることから、それらを大幅に変更できる余地は少なく環境負荷低減方策も自ずと限定的になる。

このため設計から施工までの全体の流れの中で環境負荷の低減を図るには設計段階で河道の平面形状、横断形状の工夫により環境負荷がどの程度低減できるかを検討する必要がある。ここでは河道の全面改修が予定され設計図書等が入手可能な都市近郊を流れる中小河川（流域面積12.4km²）の改修を検討対象とした。

この改修事業は既設護岸を撤去して河道の兩岸拡幅（6m→8～9m）を行って現況の流下能力（25～60m³/s）を計画高水流量（80m³/s）まで高め、50年確率降雨の治水安全度を確保するものである。当初計画は全区間にわたり用地買収し兩岸を拡幅、河床掘削し、法勾配1:0.5の石積護岸を整備するものである。この当初計画に対して平面、横断形状を変えた代替案を想定した。そして各案について想定する平面図、横断図を用いて必要となる護岸等の資材使用料や土砂掘削量等を算出するとともにCO₂排出量、廃棄物発生量といった環境負荷量を算定した。ここでCO₂排出量の原単位は「産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)」¹⁾に示される生産者価格当たりのCO₂排出量原単位（t-CO₂/百万円）と産業連関表の部門別品目別国内生産額表の品目別単価を用いることにした。また、土砂、資材の調達先及び建設発生土、廃棄物の処分先は当該工事の県庁所在地とした。

代替案の設定について、全区間にわたって兩岸拡幅を行う当初計画に対し、用地取得及び家屋移転を極力抑え現況の川幅をなるべく広げないよう護岸を直立させた鋼矢板とし河床掘削を行うものを代替案1とした。また、強度的な不安はあるが片岸の既設護岸に根入れをして利用することで兩岸ではなく片岸のみを拡幅し、護岸を設置するものを代替案2とした。図-1は当初計画及び代替案1、代替案2のイメージである。

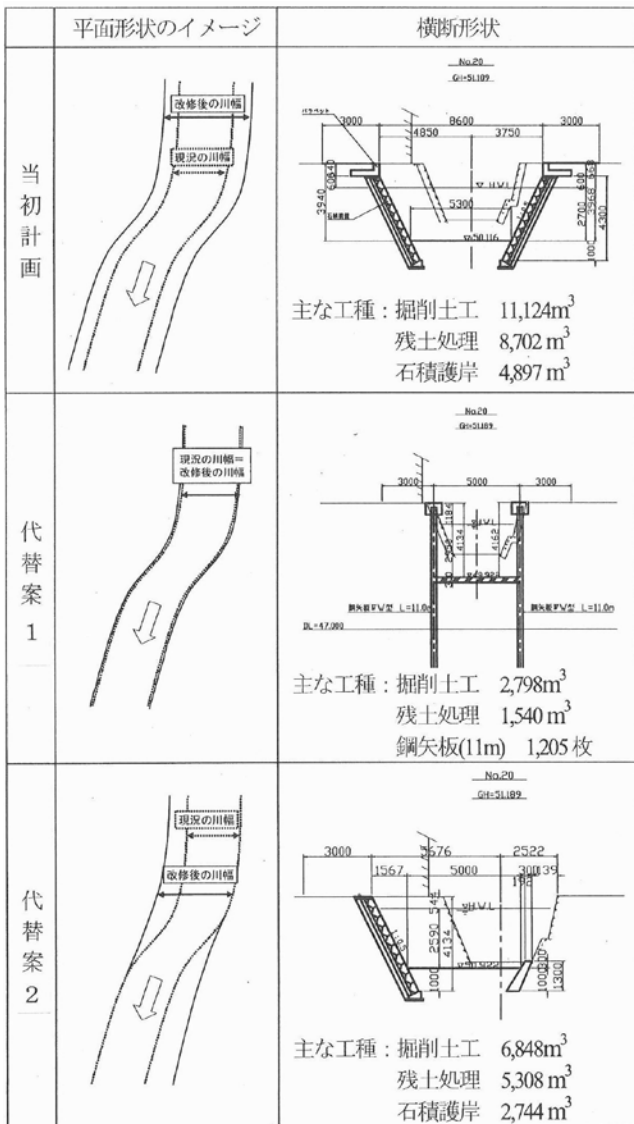


図-1 当初計画及び代替案の平面形状と横断形状

2.2 比較検討結果

当初計画及び代替案1、代替案2に係るCO₂排出量(図-2)及び廃棄物発生量(図-3)を比較した。代替案1では鋼矢板を用いる工法のため資材製造段階でのCO₂排出量が大きく増える結果となった。また、代替案1は三面張り水路となるため生態系、景観面での問題も多い。代替案2は两岸改修を行う当初計画に対して既設護岸を利用する片岸改修であるため当初計画に対してCO₂排出量が半分近くに低減された。また、代替案2では代替案1に比べ建設発生土が多くなるが他の工事で建設発生土の受け入れが確保できれば低減することができ、結果的に環境負荷量については、当初計画、代替案1よりも有利といえる。

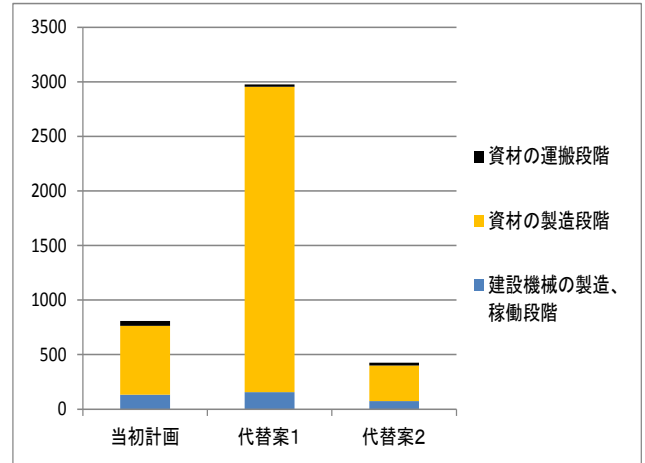


図-2 当初計画及び代替案のCO₂排出量 (t-CO₂)

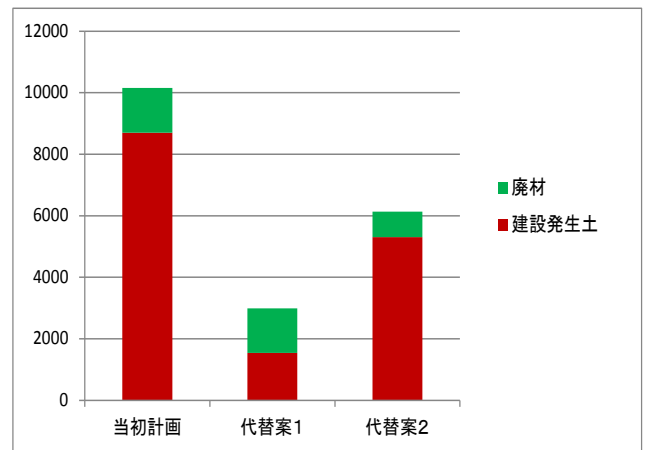


図-3 当初計画及び代替案の廃棄物発生量 (m³)

3. 施工段階での環境負荷低減方策の検討

3.1 比較検討条件等

多くの土砂、コンクリートを使用する河川工事では、2. での試算結果でもわかるように護岸ブロックなど資材の製造段階でのCO₂排出量の割合が大きく、そこでの取り組みがCO₂排出量低減の効果が大きい。このため、検討対象とする河川工事以外の他の工事から建設発生土、廃材を調達、再利用することやリサイクル材を用いることによって、環境負荷の大幅な低減が期待できる。

ここで河川工事において土砂の再利用によってCO₂排出量がどの程度軽減されているかを確認する。まずは検討対象とする河川工事について他の工事との間で資材の再利用を行わないケースをシナリオ1として工事に必要な資材を新たに採取、製造して運搬し、工事から発生する不要物を搬出して処理する。これに対し、当該工事に必要な資

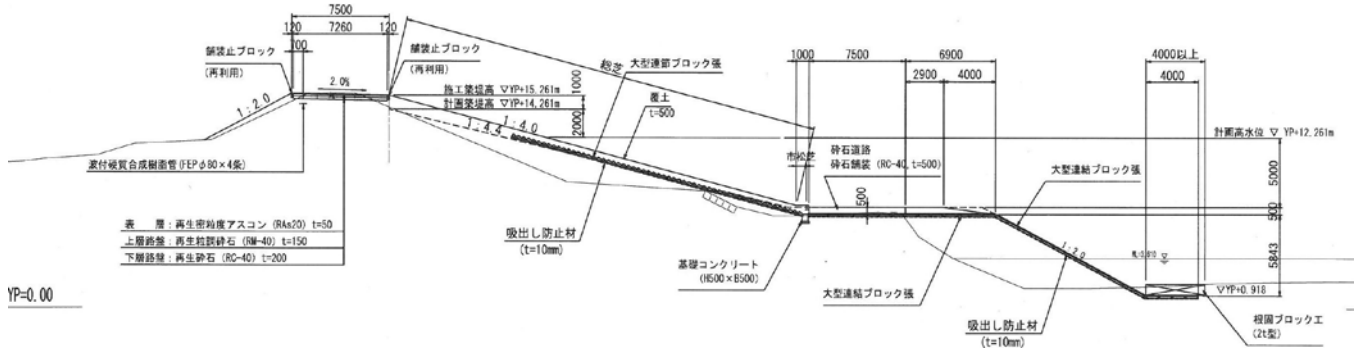


図-4 築堤護岸工事の断面図

表-1 主な工事内容

項目	主な内容
施工延長	L=30m
河床勾配	I=1/5,000
撤去工	コンクリート構造物、舗装版、路盤、既設護岸
仮設	工所用坂路、仮締切
築堤工	掘削、盛土、敷均、埋戻、植生工
高水護岸	大型連節ブロック
低水護岸	大型連結ブロック
根固	ブロック工(2t型)
道路工	天端道路工、碎石道路工

材は他の工事で発生する建設発生土や廃材を再利用し、当該工事で発生する不要物も後の工事へ転用するケースをシナリオ2とする。シナリオ2は、前の工事で発生した不要物をストックヤードに仮置きし、当該工事に再利用するもので、製造、運搬段階の環境負荷を低減できる。

実際に直轄区間で行われた築堤護岸工事(図-4、表-1)をモデルとして、シナリオ1及びシナリオ2、シナリオ3での環境負荷低減方策について検討した。各シナリオのイメージを図-5に示す。実際の当該築堤護岸工事では、必要な土砂は当該河川で過年度実施された掘削工事による建設発生土が再利用されている。そして工事で発生した建設発生土は区域内に仮置きし、他の工事で再利用されており、シナリオ2に近いものとなっている。

シナリオ1で土砂の調達先及び不要物の処分先は当該工事が行われる県庁所在地と仮定した。次にシナリオ2では他の工事との間で調整を行い、土砂及び碎石は過年度工事からの廃材を再利用することとした。また、当該工事で発生する廃材も別の工事で再利用するものとした。また、シナリオ3としてシナリオ2の土砂及び碎石の再利用に加え、護岸や根固といったコンクリート製品に高炉セメントを用いた製品を使用した場合のCO₂排出量低減効果を検討した。コンクリート製品の製造段階におけるCO₂排出量に関しては通常使用されるポルトランドセメントのCO₂排出量原単位は740kg-CO₂/tであるのに対し、フライアッシュセメントは610kg-CO₂/t、高炉セメント440kg-CO₂/tであり、ポルトランドセメントを使用した場合に比べそれぞれ82%、59%である。このため護岸、根固として高炉セメントを用いた製品を使用することで資材製造によるCO₂排出量を6割程度とすることが可能となる。

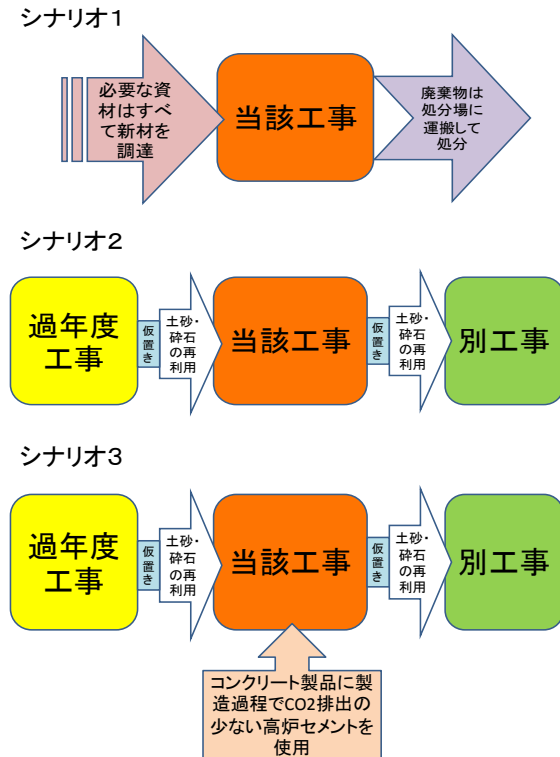


図-5 各シナリオのイメージ

3.2 比較検討結果

シナリオ1及びシナリオ2、シナリオ3によるCO₂排出量をそれぞれ試算した(図-6)。シナリオ1ではCO₂排出量が2,550t-CO₂であったのに対し、シナリオ2では1,650t-CO₂(35%低減)、シナリオ3では1,230t-CO₂(52%低減)であった。この結果から土砂及び碎石の再利用によるCO₂排出量の低減効果は大きく、コンクリート製品に高炉セメントを用いたシナリオ3ではシナリオ2に比べさらに25%低減効果があった。この結果から、シナリオ2、3の方策により環境負荷が大幅に低減されることが分かった。実際の工事にあたっては比較的近距离から土砂等を受け入れて再利用することが行われており、それは当該工事から発生する不要物の受け入れ先確保についても同様である。また、高炉セメントやフライアッシュセメントを用いた製品を使用することでさらに環境負荷を低減することが期待され、実用化も進められている。

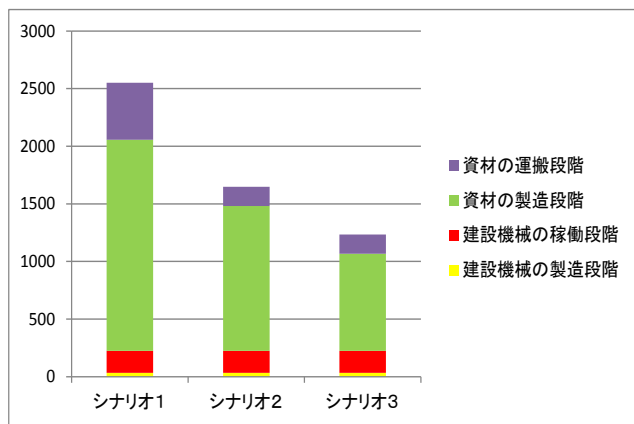


図-6 各シナリオによるCO₂排出量 (t-CO₂)

4. まとめ

本報では河川工事を対象として設計段階で複数の河道改修案を想定し、それぞれについてCO₂排出量、廃棄物発生量といった環境負荷を算定した。また、施工段階について資材を新たに採取、製造して廃棄物を運搬、処理するシナリオに対し、土砂及び碎石の再利用や製造段階でCO₂排出量の少ない高炉セメントを使用するシナリオを設定し、各シナリオで講じられる環境負荷低減方策の効果を分析した。これまで行われてきた建設発生土の再利用等によるコストカットの取り組みが結果的にCO₂排出量の低減に寄与していることが確認できた。今後とも河川工事などの社会資本整備ではCO₂排出量や廃棄物発生量の抑制が求められるものと考えられる。一方で環境負荷量を算定し、定量評価を行う手法はいまだ十分に確立されていない。

参考文献

- 1) 産業連関表による環境負荷原単位データブック(3EID)、国立環境研究所、2002
- 2) 社会資本のライフサイクルをとらえた環境評価技術の開発に関する報告、国総研・土木学会、2012
- 3) 池田鉄哉、天野邦彦、岸田弘之：河川工事によるCO₂排出量の試算とライフサイクルアセスメント手法の適用に係る基礎的考察、環境システム研究論文集、Vol.38、2010

竹本典道*



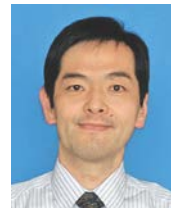
国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室 主任研究官
Norimichi TAKEMOTO

池田鉄哉**



社団法人国際建設技術協会 研究第二部部長
Tetsuya IKEDA

天野邦彦***



国土交通省中部地方整備局浜松河川国道事務所所長(前 国土技術政策総合研究所環境研究部河川環境研究室長)、工博
Dr. Kunihiko AMANO