

## 第4章 社会資本 LCI の適用性検討

### 4. 1 社会資本 LCI の有効性

#### 4. 1. 1 LCI 試算の目的と試算事例選定の考え方

各意思決定レベル（構想レベル、設計レベル、施工レベル、資材選定レベル）における社会資本 LCA の適用性を確認することを目的に、本研究で構築した理論および基盤を用いて、ライフサイクルをととした環境負荷量解析の試算を実施した。本章では、環境負荷量の一つとして二酸化炭素についてのみ検討している。また、「ライフサイクルをととした環境負荷量解析」は「ライフサイクルインベントリアナリシス（LCI）」とする。

LCI 試算の目的：

- (1) 試算結果の確からしさを確認  
→ 計算材料がそろっている事例を試算
- (2) LCI 結果を技術的判断に適用できるかどうかの検討  
→ 二酸化炭素削減効果が明らかで機能が同じものを比較できる事例を試算
- (3) 社会資本 LCA を普及させるための事例蓄積  
→ 汎用性が高く一般的な事例

一般的な土工、橋梁、トンネル等の構造物の LCI を実施し、確からしい計算結果であることを確認した。その後、標準技術と代替技術の試算結果を比較し、LCI 結果を技術的判断に適用できるかどうかを検討した。

#### 【解説】

社会資本 LCA の適用性を検討するため、構想レベル、設計レベル、施工レベル、資材レベルの各意思決定レベルにおいて、本研究で構築した理論および基盤を用いて、ライフサイクルをととした環境負荷量解析（ライフサイクルインベントリアナリシス：LCI）の試算を実施した。

GHG 排出量は、JIS の標準仕様書（TS Q 0010）に示されるとおり、式(4-1)によって計算される。

$$\text{GHG排出量} = \sum (\text{活動量}_i \times \text{GHG排出原単位}_i) \quad \text{式(4-1)}$$

ここに、 $i$ ：プロセス

式(4-1)について、本章では環境負荷として二酸化炭素についてのみを検討しているため、式(4-2) のとおり言い換えることができる。

$$\text{CO}_2 = \sum_i (x_i \times e_i) \quad \text{式(4-2)}$$

$\text{CO}_2$ ：ライフサイクルをととした二酸化炭素 排出量（ $\text{LCCO}_2$ ）

$x$ ：活動量（=数量）

$i$ ：活動（=資材、工法、構造物など）

$e$ ：二酸化炭素 排出原単位

本プロジェクトで開発した LCI 手法は、式(4-2) に基づいて、以下の式(4-3)～式(4-6)に

よって各意思決定レベルにおける二酸化炭素排出量を算出する。(詳細は 3.1.1 参照)

#### 構想レベル

$$EP = \sum_j (S_j \times \overline{ES}_j) + EA + [EU] \quad \text{式(4-3)}$$

- EP* : 事業全体の環境負荷量(Emission by Project)  
*j* : 構造物の種類  
*S* : 構造物(Structure)の規模  
 $\overline{ES}$  : 構造物当りの原単位(環境負荷量) (Emission by Structures)  
*EA* : 構造物の計画に係る環境負荷量(Emission by Administering)  
*EU* : 構造物の使用に係る環境負荷量(Emission by Using)

#### 設計レベル

$$ES = \sum_k (W_k \times \overline{EW}_k) + ED \quad \text{式(4-4)}$$

- ES* : 構造物の環境負荷量(Emission by Structure)  
*k* : 工種の種類  
*W* : 各工種(type of Work)の作業量  
 $\overline{EW}$  : 工種当りの原単位(環境負荷量) (Emission by types of Work)  
*ED* : 構造物の設計に係る環境負荷量(Emission by Designing)

#### 施工レベル

$$EW = \sum_l (M_l \times \overline{EM}_l) + \sum_m (T_m \times \overline{ET}_m) + \sum_n (C_n \times \overline{EC}_n) \quad \text{式(4-5)}$$

- EW* : 工種の環境負荷量(Emission by type of Work)  
*l* : 資材の種類  
*M* : 資材(Material)の数量  
 $\overline{EM}$  : 資材の原単位(環境負荷量) (Emission by Materials)  
*m* : 運搬の車種等  
*T* : 運搬距離(Transport distance)  
 $\overline{ET}$  : 運搬に係る原単位(環境負荷量) (Emission by Transport)  
*n* : 施工に係る環境負荷(建設機械、仮設材 等)の種類  
*C* : 施工(Construction)に係る数量(掘削量 等)  
 $\overline{EC}$  : 施工に係る原単位(環境負荷量) (Emission by Construction)

#### 資材選定レベル

$$EM = \sum_o (R_o \times \overline{ER}_o) + \sum_p (E_p \times \overline{EE}_p) + EO \quad \text{式(4-6)}$$

- EM* : 資材の環境負荷量(Emission by Material)  
*o* : 原材料の種類  
*R* : 原材料の数量(Raw-material)  
 $\overline{ER}$  : 原材料に係る原単位(環境負荷量) (Emission by Raw-material)

- $p$  : 投入エネルギーの種類  
 $E$  : 投入エネルギー (Energy) の量  
 $\overline{EE}$  : 投入エネルギーに係る原単位 (環境負荷量) (Emission by Energy)  
 $EO$  : 未集計分等見込み値に係る環境負荷量 (Emission by Others)

式(4-3)～式(4-6)に用いた「原単位」、「数量」を表 4. 1-1に整理する。

表 4. 1-1 各意思決定レベルにおける基本的な「原単位」、「数量」

意思決定レベル	原単位	数量
構想レベル	<u>構造物当りの原単位</u> (例えば、道路延長1km、1車線当りの道路設置に係る二酸化炭素排出量)	<u>構造物の規模</u> (例えば、新設する道路延長距離)
設計レベル	<u>工種当りの原単位</u> (例えば、1m <sup>3</sup> の土砂を掘削する(工種：掘削工)際の二酸化炭素排出量)	<u>各工種の作業量</u> (例えば、掘削する土砂の量)
施工レベル	<u>資材(一般品・個別品)の原単位</u>	<u>資材(一般品・個別品)の数量</u>
	<u>運搬の原単位</u>	<u>運搬に係る数量</u> (例えば、運搬距離 等)
	<u>建設機械の原単位</u>	<u>建設機械に係る数量</u> (例えば、建機使用日数 等)
	<u>仮設材の原単位</u>	<u>仮設材に係る数量</u> (例えば、仮設材の種類、量 等)

LCI 試算の目的は主に次の(1)～(3)である。

- (1) 試算結果の確からしさを確認
- (2) LCI 結果を技術的判断に適用できるかどうかの検討
- (3) 社会資本 LCA を普及させるための事例蓄積

#### (1) 試算結果の確からしさを確認

本研究で構築した理論および基盤を用いて LCI を実施し、計算結果の確からしさを確認した。試算にあたっては、計算の仮定条件が多いと計算結果の不確実性が高くなるため、資材が特定でき、数量が明確で、原単位が設定されているような、計算材料がそろっている事例を選定した。

#### 【解説】

式(4-3)～(4-6)を計算するためには、変数を把握する必要がある。変数が明確になっていない場合は、試算者が条件を仮定して計算するため、計算結果の不確実性が高くなる。本試算では、確からしい LCI 結果を把握するため、変数が明確になっている事例を LCI 試算対象とした。x、i、e が不明な事例は今回の LCI 試算対象から除外した。

x : 活動量 (=数量)

数量が不明なものは除外した。

i : 活動 (=資材、工法、構造物など)

資材が特定できないものは除外した。

e : 二酸化炭素排出原単位

原単位の設定が困難な資材・工法等を含む事例は除外した。例えば、下水処理の嫌気性

発酵による二酸化炭素排出等は原単位を求めるために社会資本整備に係る部分以外において化学反応等の詳細の検討が必要なため本研究の原単位設定対象から除外している。環境負荷原単位が未整備の資材については、材質等が類似する他の品目の原単位で代用し、「みなし原単位（後述）」を利用した。（「みなし原単位」については、4. 1. 4 以降参照）

しかし、x、i、e 全てが把握できる事例は少ないため、本試算では仮定条件を設定する必要がある。そのため、試算者が仮定した条件が結果に与える影響が大きい場合は対象外とする。例えば、LCI 全体における廃棄物等の運搬に係る二酸化炭素の占める割合が高い場合は、LCI 試算者が設定する運搬距離にリサイクル原則化ルール（50km）を適用するか、実測値を使用するか等によって結果が大きく異なるため、このような事例は LCI 試算の対象外とした。

## (2) LCI 結果を技術的判断に適用できるかどうかの検討

LCI 結果を技術的判断に適用するためには、全体の LCI において、比較する活動の LCI が明確になることが必要である。つまり、標準技術を代替技術に置き換えた場合の全体の LCI に対する削減率が明確になる必要がある。したがって、本試算では二酸化炭素削減効果が明らかである事例を選択した。

また、標準技術と代替技術の比較をする際、代替技術によって標準技術と機能が異なると比較する意味がない。したがって、機能が同等で比較できる事例を試算した。

### 【解説】

LCI 結果を技術的判断に適用するためには、LCI を定量的に把握することが必要である。例えば、構造物の LCI において、標準工法を代替工法へ置き換えることによって全体の LCI がどのくらい削減されるかを把握する必要がある。つまり、材料や工法等をどのように変更すると二酸化炭素排出量削減に繋がるかを示すことが必要である。

各意思レベルにおいて、標準技術と代替技術の LCI を比較することにより、一連の手続きを通じた環境側面の評価・改善が可能であり、計算結果を技術的判断に利用できることから、社会資本 LCA が有意であることが言える。また、代替技術は、機能（耐久性能が高い等）が同じ事例を LCI 試算対象とした。標準技術が設定できなかった場合も同様に、標準技術の仮定により比較結果が変わってしまうため、LCI 試算の対象外とした。

## (3) 社会資本 LCA を普及させるための事例蓄積

社会資本 LCA を普及させるために、計算事例を蓄積していく必要があるため、汎用性が高く、一般的な事例を LCI 試算対象とした。

### 【解説】

社会資本 LCA を普及させるために、事例を蓄積する必要がある。そのため、金額・シェアが大きく、汎用性が高い事例を対象とした。特殊な事例は除外した。

## 4. 1. 2 社会資本 LCA の適用性の評価

### LCI 試算の目的達成の確認

#### (1) 試算結果の確からしさを確認

##### 数量 : x について

数量の特定に関しては、積算書に基づき、数値を代入して計算を行った。原単位の単位と積算書の単位が異なる場合は工事数量の単位変換を行い、基礎砕石費や運搬費のように、労務費や諸雑費等を総合したものは、価格基準原単位を用いて計算することができた。

##### 種類 : i について

材料の種類の特定期間に関して、材料が不明なものについては、確度の高いみなし原単位、確度の低いみなし原単位等を用いて、代替した原単位を適用し、計算を実施した。以上のことから、算出には、根拠ある値を用いており、計算結果の確からしさを確認できた。

##### 環境負荷原単位 : e について

原単位に関しては、IDB における対象品目のスクリーニングでは、弾力性を指標として用いて社会資本整備の各部門の傾向について分析を行った。この結果、道路関係公共事業部門の弾力性を代表的指標とすることで、社会資本整備に用いる主要品目を選定することが可能となった。物量あたりの原単位から弾力性を求めることで、二酸化炭素排出量の 8 割以上をカバーできる品目を選定できた。つまり、カバー率は 8 割以上である。

#### (2) LCI 計算結果を技術的判断に適用できるかどうかの検討

LCI 結果から、構造、工法、資材等の変更による二酸化炭素排出量の増減が確認できたことから、本研究で開発した社会資本 LCA は技術的判断に有効であると言える。

技術的判断にあたっては、代替技術の比較において、改善効果が変動幅及び全体環境負荷量に比して十分に大きいか判断の一つの目安となる。本章で記述した試算の結果、本 LCI 手法が概ね環境負荷に係る技術的判断に活用できることが確認された。ただし、代替技術は機能面で同等であることが条件であるが、機能面の等価性の判断が困難であるケースが存在することが確認された。また、環境負荷原単位の変動要因が異なる建設資材等の比較は、現時点では比較することは好ましくないと考えられる。

#### (3) 社会資本 LCA を普及させるための事例蓄積

道路分野を中心に施工レベル、設計レベル、構想レベルの事例を蓄積した。

### 【解説】

LCI 試算を通して、本研究で開発した理論および基盤が有効であることを確認した、社会資本 LCA の適用性を検討した。

#### ① カバー率

また、本研究では、IDB における対象品目選定にあたっての指標として弾力性を用いて、社会資本整備の各部門の傾向について分析を行った。この結果、道路関係公共事業部門の弾力性を代表的指標とすることで、社会資本整備に用いる主要品目を選定することが可能であると考えた。物量あたりの原単位から弾力性を求めることで、二酸化炭素排出量の 8 割以上をカバーできる品目を選定できた。(図 4. 1-1 参照) 道路関係公共事業部門の弾力性 0.015 以上の品目としてセメント・コンクリート、鉄鋼、舗装材料、自動車輸送、電力、骨材及び石油製品を修正産業連関表

の変換対象とすることとした。(表 4. 1-2 参照)

また、本研究では金額物量混合表を用いて物量ベースで弾力性を計算することで、輸入品と国産品の金額差により弾力性が異なるという課題へ対応できたと考えられる。

排出量の増減が確認できたことから、社会資本 LCA は技術的判断に有効であると言える。例えば、グリーン購入法の特定調達品目である「フライアッシュ混入吹付けコンクリート」と従来の一般急結剤を用いた吹付けコンクリートの二酸化炭素排出量を比較できた。したがって、特定調達品目を選択することによる環境負荷削減効果を定量的に判断することが可能となった。

さらに、確度の低いみなし原単位および価格基準原単位の適用率は試算結果より、多くても 10% 程度であり、試算結果が有効であると言える。

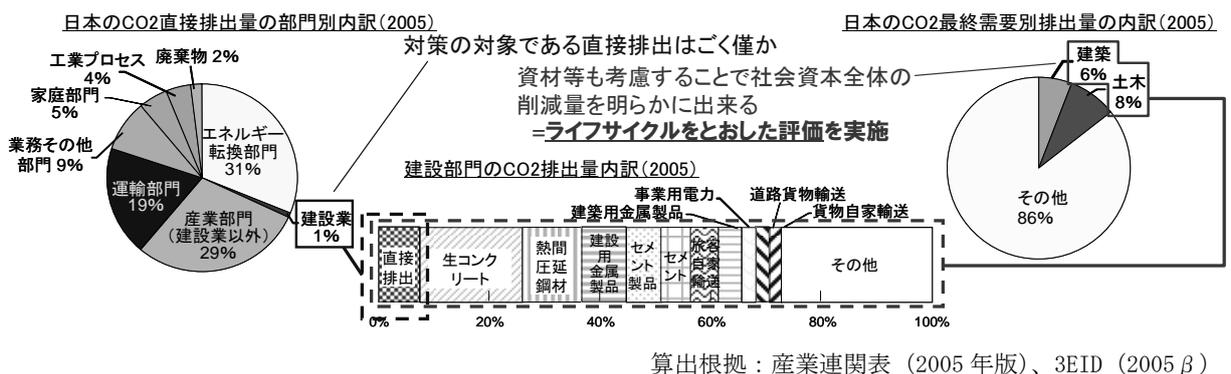


図 4. 1-1 建設部門の二酸化炭素排出量内訳 (再掲)

② 感度分析

社会シナリオが変わって、原単位が変わった場合の工法の LCI を考える。同素材を使用した工法同士の比較では、LCI 計算結果に大きな影響が無く、比較の優位性が変わらない多いが、コンクリートと鉄のように異素材を使用した工法比較では、原単位変更前後で LCI が大きく異なり、比較の優位性が逆転することが予想される。

例えば、原単位の変動幅が 5%で確度の低いみなし原単位が 15%の場合、比較優位が変わる可能性がある。

③ 異素材同士の比較 コンクリートと鉄の比較 (計算の詳細は P. 4-109 参照)

平面道路について、3 種類の工法で建設した場合のそれぞれの二酸化炭素排出量について計算を行った(表 4. 1-3 参照)。第 1 案は、盛土、切土のみで道路を建設する案、第 2 案は、切土区間及び盛土区間の法面にコンクリートブロックを積み重ねてより勾配ある壁面を作り、掘削量を減らすこととした案、第 3 案は、切土区間は鉄筋、盛土区間はテールアルメで法面を補強し、急勾配の壁面を作り、第 2 案より更に掘削量を減らすこととした案である。図 4. 1-2 に示した二酸化炭素の排出量は、実際の施工計画に基づいて LCI 試算を行った結果であり、資材の使用量が少ない第 1 案が最も二酸化炭素排出量が少ない結果となった。

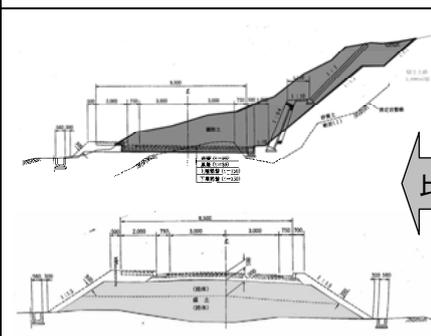
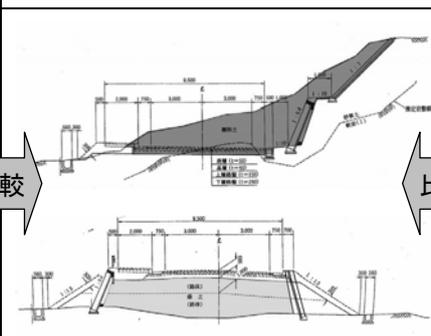
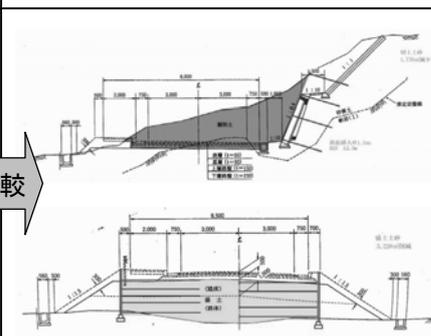
第 2 案、第 3 案では、原単位が確定していない資材であるコンクリートと鉄を使用している。仮にこれらの原単位が現在の取り扱いの逆となった場合、評価が変わることが予想される。に原単位が変わった場合に二酸化炭素排出量に変化するイメージを図 4. 1-3 に示す。

今回の試行では比較優位に変化はなかったものの、第 2 案と第 3 案の二酸化炭素排出量の差が大きくなった。何らかの理由で第 1 案が破棄された場合、原単位が変わることで選定の結果に影響を与えることが予想される。

表 4. 1-2 スクリーニング結果 (弾力性は0.015以上のみ表示)

対象品目選定結果		弾力性								
		CO <sub>2</sub>				天然資源投入				
		直接排出の弾力性	投入の弾力性	弾力性の高い投入原材料等		投入の弾力性	弾力性の高い投入原材料等			
原材料	弾力性			原材料	弾力性					
セメント・コンクリート	セメント	0.244	0.027							
	生コンクリート		0.200	セメント	0.178	0.200	石灰石	0.054	セメント	0.040
	セメント製品		0.086	セメント	0.056	0.062	砂利・採石	0.099	砂利	0.056
鉄鋼	金属鉱物			事業用電力	0.015					
	鉄鉱石			金属鉱物	0.044					
	フェロアロイ	0.016								
	銑鉄	0.159		鉄鉱石	0.044		鉄鉱石	0.025	銑鉄	0.028
	粗鋼(転炉)			銑鉄	0.206					
	熱間圧延鋼材			粗鋼(転炉)	0.210		粗鋼(転炉)	0.030		
				粗鋼(電気炉)	0.034					
	普通鋼形鋼		0.034	熱間圧延鋼材	0.053					
	普通鋼鋼帯			熱間圧延鋼材	0.048					
	普通鋼小棒		0.080	熱間圧延鋼材	0.081					
	普通鋼鋼板			熱間圧延鋼材	0.022					
	その他の普通鋼熱間圧延鋼材			熱間圧延鋼材	0.016					
	特殊鋼熱間圧延鋼材			熱間圧延鋼材	0.041					
	冷間仕上鋼材			普通鋼鋼帯	0.023					
	普通鋼冷間仕上鋼材			冷間仕上鋼材	0.025					
舗装材料	舗装材料		0.023			0.051	砕石	0.025	砂利・採石	0.019
							砂利・採石	0.019		
自動車輸送	自家輸送(貨物自動車)	0.064	0.026							
	自家輸送(旅客自動車)	0.056	0.055							
	道路貨物輸送	0.026	0.023							
電力	事業用電力	0.120	0.030							
	自家発電	0.051								
骨材	砕石		0.022	自家輸送(貨物自動車)	0.017	0.501				
	砂利・採石					0.110				
石油製品	原油									※「体積→重量換算」の弾力性
	石油製品	0.031					原油	0.028		
	軽油			石油製品	0.019					

表 4. 1-3 平面道路設置3工法の二酸化炭素排出量比較

第1案	第2案	第3案	
			
比較		比較	
工事費 : X <sub>1</sub> (百万円) CO <sub>2</sub> : X <sub>2</sub> (t) 廃棄物 : X <sub>3</sub> (t)	工事費 : Y <sub>1</sub> (百万円) CO <sub>2</sub> : Y <sub>2</sub> (t) 廃棄物 : Y <sub>3</sub> (t)	工事費 : Z <sub>1</sub> (百万円) CO <sub>2</sub> : Z <sub>2</sub> (t) 廃棄物 : Z <sub>3</sub> (t)	
182t-CO <sub>2</sub>	532t-CO <sub>2</sub>	616t-CO <sub>2</sub>	
○	△	△	

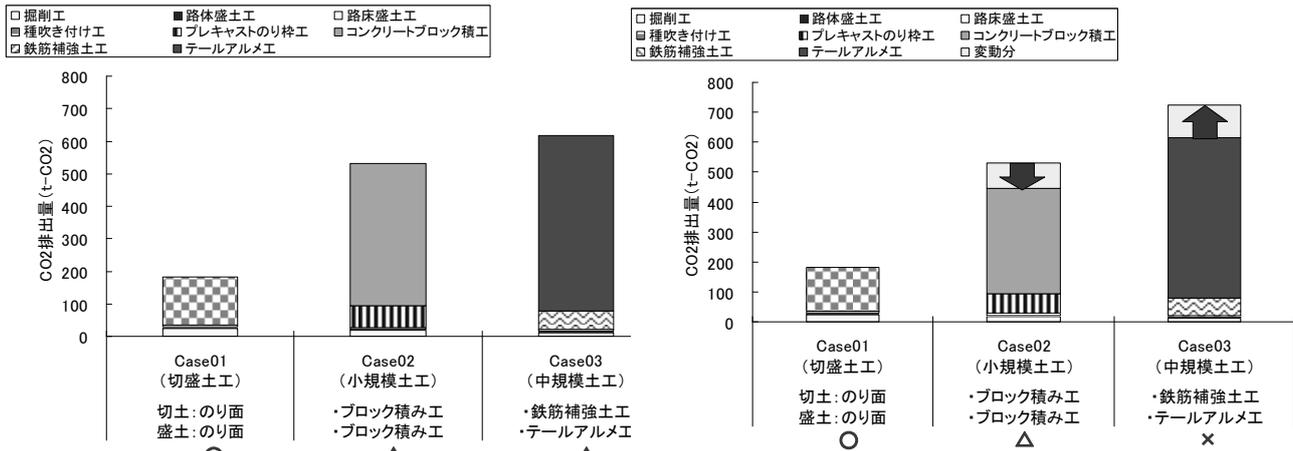


図 4. 1-2 LCI 結果

図 4. 1-3 原単位が変動した場合の LCI 想定

④ 同素材同士の比較 (S. Q. C) (詳細は P. 4-102 参照)

橋脚区体工において、普通コンクリートと自己充てん型高強度高耐久コンクリート (S. Q. C.) を用いた場合のそれぞれの二酸化炭素排出量について計算を行った。S. Q. C. は、普通コンクリートと比べて、強度と耐久性が高く、断面寸法を小さくできるため、コンクリート量を 21%、鉄筋量を 9%、機械稼働時間を 20%削減することができる。セメントの二酸化炭素吸着分を考慮することになった場合、普通コンクリートと S. Q. C. では、どちらも二酸化炭素排出量が減ることになり、比較優位は異なる (図 4. 1-4 参照)。したがって、同種の資材を用いる工法、工種の比較においては、原単位の変動による影響がないと言える。

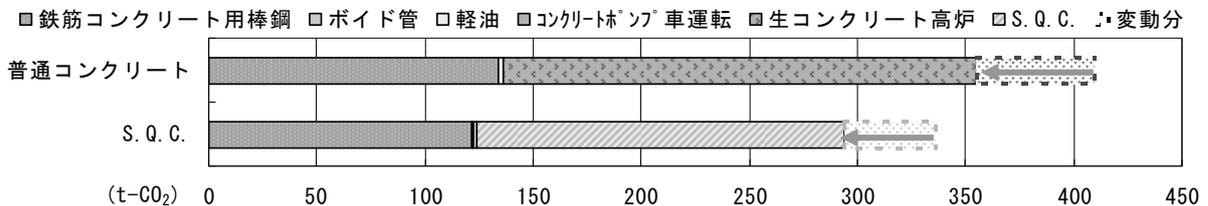


図 4. 1-4 橋脚区体工の二酸化炭素排出量の比較

⑤ 計画と実際の工事数量が異なる可能性について

公共工事は出来高審査のため、例えば図 4. 1-5 のような仮設材を引き抜いたか残置 (埋め殺し) したかは、発注者にはわからない。しかし、施工面積等の工事の基礎条件は同じであることから、「資材」の数量が変化した場合でも、その量は僅かであると考えられる。またヒアリングの結果、「運搬距離」、「施工機械の稼働時間」、「仮設材」については、計画と実際の工事での数量が変わる可能性について、示唆された。

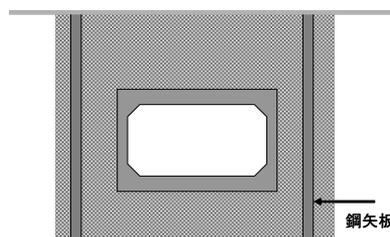


図 4. 1-5 ボックスカルバート施工時の仮設材残置 (埋め殺し) の例

#### 4. 1. 3 LCI の確からしさの確保

LCI 計算結果の確からしさを確保するためには、 $x$ 、 $i$ 、 $e$  の精度が高まる必要がある。

##### (1) 工事数量 $x$ について見積もりと実使用量の差 ( $S$ 、 $W$ 、 $M$ 、 $R$ の変動)

工事数量については、資材については概ね問題のない範囲で変動するが、施工機械の稼働時間や仮設材については相当程度大きく変動する可能性が示唆された。これら詳細については、今後の検証が必要である。

##### (2) 早期レベルにおいて使用する資材の種類 $i$ が確定していないこと ( $j$ 、 $k$ 、 $l$ 、 $o$ の変動)

精度の低いみなし原単位と価格基準原単位の適用率が大きいと結果の不確実性が高くなるが、資材の確定については、変動幅はほぼ問題のないレベルであることが試算の結果判明した。

##### (3) 環境負荷原単位 $e$ の設定について諸説有り確定していない場合等 ( $\overline{ES}$ 、 $\overline{EW}$ 、 $\overline{EM}$ 、 $\overline{ER}$ の変動)

- ① コンクリートの二酸化炭素再吸着
- ② 鉄鋼製品のリサイクルにおけるマルチ・ステップ・リサイクルシステムの考え方
- ③ アスファルトの海外分取扱

環境負荷原単位については、境界条件を統一した上で計算手法の整理を行った。検討を行った結果、以下の3つの要素により今後境界条件を変更する可能性がある。

- 1) 本 LCI では単年の値で計算しているものの複数年の平均値で考えるべきとの意見があること
- 2) 本 LCI では海外活動分も含めた CFP を求めているが京都議定書では国内分に限っていること
- 3) セメントの二酸化炭素吸着分を見込んでいるが吸着の取り扱いに関しては見解が確定していないこと

#### 【解説】

LCI 試算する上で、様々な仮定を行うため、条件設定によって LCI 計算結果は変動することがある。

##### (1) 変動要因 1：工事数量 $x$ について見積もりと実使用量の差（積算と生産の違い）

社会資本整備（公共工事）は積算書と生産の内容が異なることが、LCI 計算結果の変動要因となりうる。工事数量については、資材については概ね問題のない範囲で変動するが、施工機械の稼働時間や仮設材については相当程度大きく変動する可能性が示唆された。これら詳細については、今後の検証が必要である。例えば、吹付工のリバウンド材について、リバウンド率を考慮して積算しているが、実際のリバウンド量と積算したリバウンド量が異なる。

また、各レベルにおける LCI 計算の不確定要素は次のことが挙げられる。

構想レベル：道路建設の場合は、ルートが未決定である等。

設計レベル：資材の材質や数量が具体化されていない。特に仮設材や建設機械の軽油使用量は数量がわからないことがある等。

施工レベル：積算に使用した建設機械と実際に使用する建設機械が異なることがある等。

構想レベル、設計レベル、施工レベル、完了検査レベルとレベルが進むにつれて、積算書の数量はおおまかな値から正確な値に近づき、使用する資材、機械、工法等は定まっていくため、LCI 計算の精度が上がっていき、値の変動幅が小さくなると考えられる。

(2) 変動要因 2：早期レベルにおいて使用する資材等 i が確定していないこと(みなし原単位の適用・工事数量単位変換)

式に代入する i が把握できない場合は、4. 1. 4 に示すとおり、確度の高いみなし原単位の適用、確度の低いみなし原単位の適用、価格基準原単位の適用、工事数量の単位変換を実施するため、LCI の値が変動する。資材の確定については、変動幅はほぼ問題のないレベルであることが試算の結果判明した。みなし原単位が LCI の精度に与える影響は、確度の高いみなし原単位および工事数量の単位変換はあまり影響がなく無視できる範囲であるが、確度の低いみなし原単位、価格基準原単位の適用の順に不確実性が高くなると言える。ここで、4. 3. 2 で試算した施工レベルの LCI について、みなし原単位の適用率をとりまとめた。(表 4. 1-4、図 4. 1-6 参照)

確度の低いみなし原単位および価格基準原単位の適用率が高いと LCI 試算結果の不確実性が高くなるが、確度の低いみなし原単位適用率と価格基準原単位適用率の合計が一番大きい事例は、事例 3 および事例 6 の 10%となっており、工事全体の二酸化炭素排出量の 9 割は精度が高くカバーできていると言える。

表 4. 1-4 試算結果のみなし原単位の比率

工事名	原単位	工事数量の 単位変換	確度の高い みなし原単位	確度の低い みなし原単位	価格基準 原単位
土工	68.9%	14.6%	14.1%	1.7%	0.7%
橋梁(下部)	94.6%	0.5%	0.0%	0.0%	4.9%
トンネル(NATM)	82.7%	7.1%	1.2%	0.0%	9.0%
橋梁(上部)	65.2%	31.1%	0.1%	0.0%	3.6%
舗装(土工)	21.5%	48.2%	21.0%	0.0%	9.3%
舗装(橋梁)	38.9%	52.1%	0.4%	0.0%	8.7%
舗装(トンネル)	47.3%	50.1%	0.0%	0.0%	2.5%

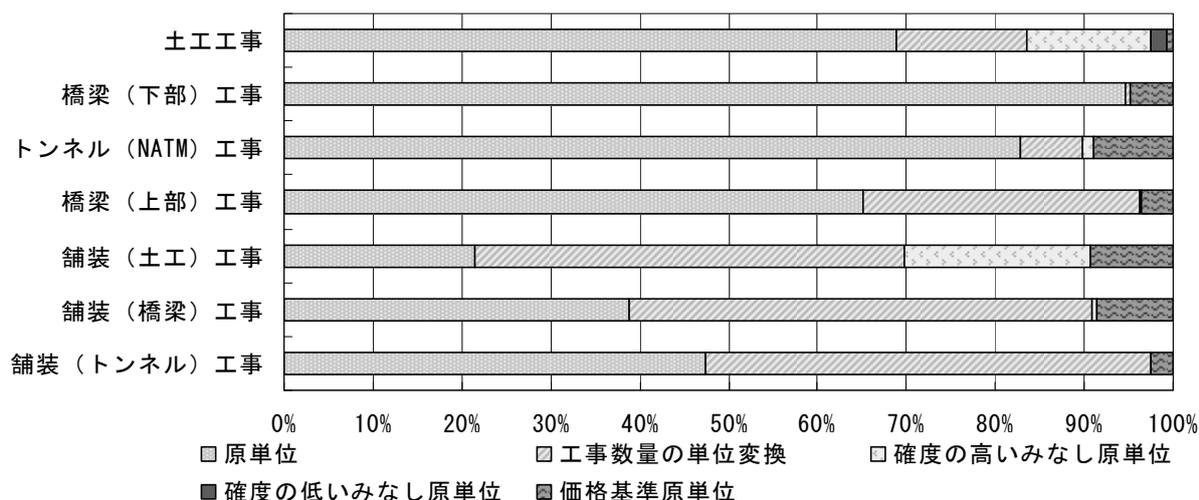


図 4. 1-6 試算結果のみなし原単位の比率

### (3) 変動要因 3：環境負荷原単位 e の設定について諸説有り確定していない場合等

社会資本は寿命が長いいため、LCA を実施する際、10 年後、50 年後等の将来の LCI も踏まえて評価しなければならないが、今後の技術の発展等により、原単位が変わる可能性がある。

また、環境負荷原単位の設定について諸説あり、原単位が確定していない事柄として、主に次の 3 点ある。

- ①コンクリートの二酸化炭素再吸着
- ②鉄鋼製品のリサイクルにおけるマルチ・ステップ・リサイクルシステムの考え方
- ③アスファルトの海外分取扱

具体的には、セメントの二酸化炭素吸着分に関して見解が確定していないこと、本 LCI では単年の値で計算しているものの複数年の平均値で考えるべきとの意見があること、本 LCI では海外活動分を対象としているものの京都議定書では国内分に限っていること、が結果に変動を与える要因として残った。

#### ①コンクリートの二酸化炭素再吸着（詳細は第 2 章参照）

##### セメント（再掲）

コンクリート（セメント水和物）は、大気等の周辺環境中の二酸化炭素を固定する作用があるものの、これまでその定量的な知見の蓄積は十分になされてこなかったため、LCI に反映することが困難であった。セメント、生コンクリート、コンクリート製品については、建造物の供用中における二酸化炭素固定を考慮しない LCI は、ライフサイクルを通じた二酸化炭素排出量を過大に見積もっている懸念がある。また、コンクリート塊等を再資源化した再生砕石については、資材製造レベルにおいて二酸化炭素固定が進行することから、この固定量を二酸化炭素排出原単位に反映することが妥当である。

本研究において、コンクリート塊の破砕直後の試料を対象に全国調査を実施した限りでは、コンクリートの供用中、再資源化時の二酸化炭素固定量は次のとおりであった。なお、ここで言う「コンクリートの供用中」とは、厳密には、解体工事やコンクリート塊の中間処理場・最終処分場への搬出・運搬等を含んだ期間であることに留意が必要である。

- コンクリートの供用中：15kg-CO<sub>2</sub>/t-コンクリート（セメント換算で、約 100kg-CO<sub>2</sub>/t-セメント）
- 再生砕石等への再資源化時：9kg-CO<sub>2</sub>/t-コンクリート塊

コンクリートの供用中の固定量については、ライフサイクルの取扱いが定まっていないことから、二酸化炭素排出原単位一覧表に反映できていない。従って、ライフサイクル等長期の二酸化炭素排出量の比較を目的として本研究成果を用いる場合には、供用中の二酸化炭素固定量について別途考慮が必要である。

#### ②鉄鋼製品のリサイクルにおけるマルチ・ステップ・リサイクルシステムの考え方（詳細は第 2 章参照）

鉄鋼分野においては、マルチステップのリサイクリングシステムが確立しており、LCA におけるリサイクルの取扱い手法に反映されている（式 4-7）。

$$LCI = (X_{pr} - X_{re}) \left[ \frac{1 - RR \cdot Y}{1 - RR \cdot Y^n} \right] + X_{re} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} X_{pr} - RR \cdot Y (X_{pr} - X_{re}) \quad \text{式(4-7)}$$

マルチステップリサイクリングシステムは、無限回と見なせる鉄鋼のリサイクル過程で生じる環境負荷を、新材から再生材まで等分に割り当てるという考え方に基づいている（図 4. 1-7 参照）。鉄スクラップの鉄鋼製造における利用方法等から、新材と再生材の製造が一体不可分の関係

にあることを鑑みると、この考え方は一定の合理性を有していると言える。

しかしながら、社会資本整備に用いられる鉄鋼製品については、長寿命であることや廃止後の処理が特殊である等の社会資本の特徴により、マルチステップリサイクリングシステムを採用することが妥当であるか、現状では判断が難しい。たとえば、廃止後に解体や撤去がなされず放置される社会資本が少なからず見られ、これらに対して投入された建設資材は、鉄鋼製品やコンクリート等の別を問わず回収されていない。(図 4. 1-7 参照)

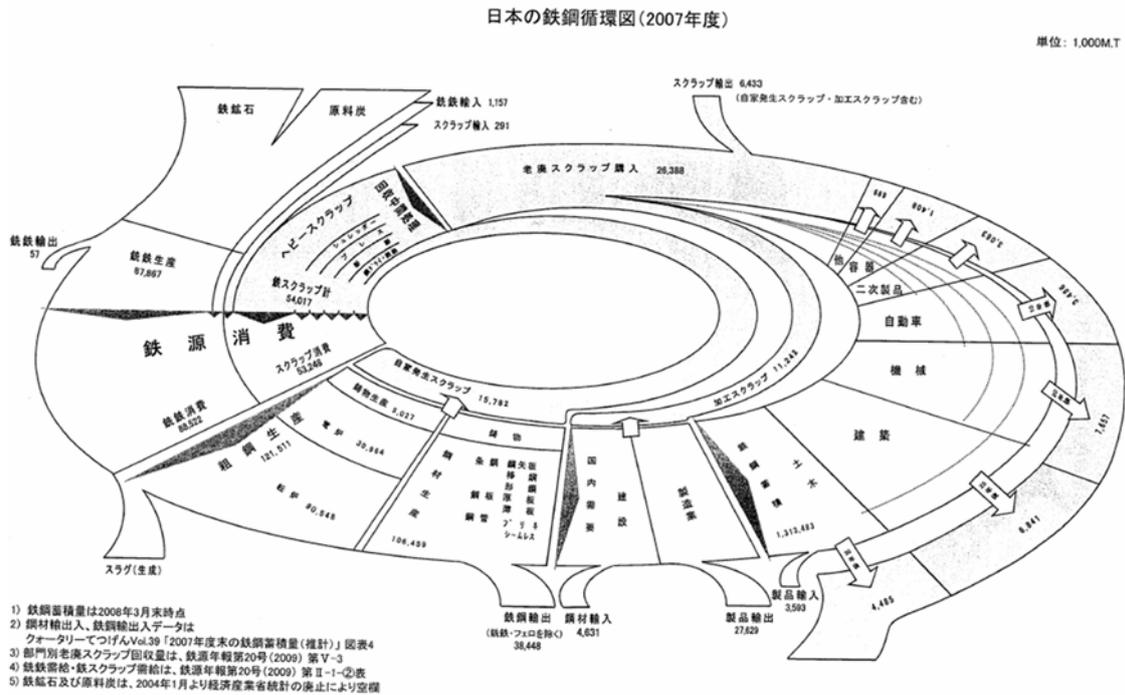


図 4. 1-7 鉄鋼分野におけるマルチ・ステップ・リサイクルの状況(再掲)

出典：日本鉄源協会

### ③アスファルトの海外分取扱

アスファルトについて、現在の環境負荷原単位は製造等に係る全ての二酸化炭素排出量を評価することを目標としているため、生産活動において海外で発生する二酸化炭素量も含めた原単位となっている。しかし、各国の温室効果ガスの削減目標を定めた京都議定書では国内の二酸化炭素排出量のみを対象としており、現在の環境負荷原単位と考え方が異なっている。

特に、図 4. 1-8 に破線で示したとおり、アスファルトは二酸化炭素の海外発生分が多く、京都議定書の考え方に合わせて海外発生分を見込まないとした場合、日本国内の二酸化炭素排出量は大幅に減少する。なお、セメントは原料の大部分が国内で生産されるため海外発生分は僅かであり、鉄の海外発生分はアスファルトとセメントの間である。

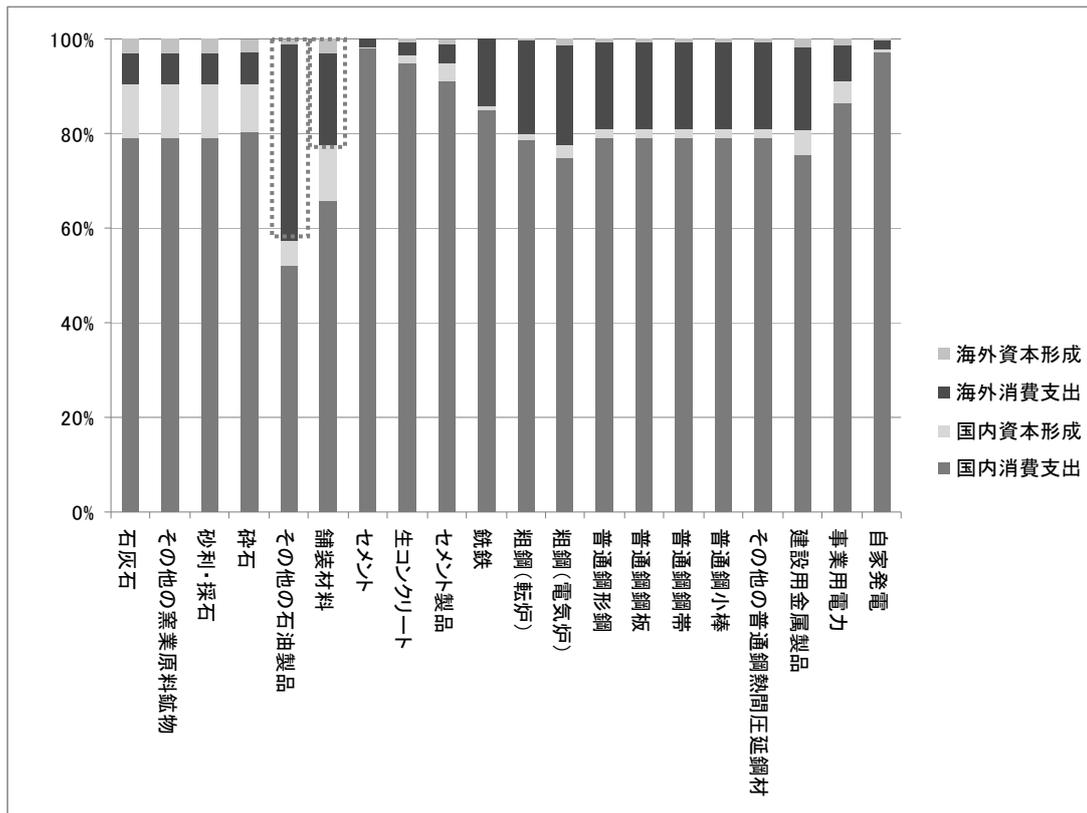


図 4. 1-8 生産者価格ベース～生産レベル（国内分+海外分）（出典：建築学会資料）

#### 4. 1. 4 LCI 試算の問題点

LCI の算定式（再掲）

$$CO_2 = \sum_i (x_i \times e_i) \quad \text{式(4-2)}$$

LCI 試算を実施する上で、次のような問題がある。

- ・ 資材の単位と環境負荷原単位の数量単位が整合しない…x が不明
- ・ 具体の資材数量が不明（「擁壁工〇m」等）…x が不明
- ・ 設計上の諸雑費に含まれるなど、評価できない資機材が存在（積算の率計上等）…i が不明
- ・ 資材に対応する環境負荷原単位がない…e が不明

x、i、e が把握出来ないときは、みなし原単位（確度の高いみなし原単位、確度の低いみなし原単位、価格基準原単位）の適用や工事数量単位変換を行った。

##### ①価格基準原単位の適用…i が不明

積算書が金額単位で計上されているもの、便宜上の単位で計上されるもの、規格・寸法が不明な資材、重量換算が困難なもの

##### ②確度の高いみなし原単位の適用…i が不明

資材の材質（部門）は想定できるが、候補が複数あり特定できない場合

##### ③確度の低いみなし原単位の適用…i が不明

資材の材質（部門）が全く不明な場合

##### ④工事数量単位変換…x が不明

単位が「個」、「m<sup>3</sup>」等のもの

## 【解説】

### (1) 試算上の問題点

式(4-2)でLCIを算出するには、積算書を元にx、i、eを把握する必要がある。

試算上、x、i、eが把握できない事態が発生する。具体的には次のような問題が生じる。

- ・資材の単位と環境負荷原単位の数量単位が整合しない → xが不明
- ・具体の資材数量が不明（「擁壁工〇m」等） → xが不明
- ・設計上の諸雑費に含まれるなど、評価できない資機材が存在 → iが不明
- ・資材に対応する環境負荷原単位がない → eが不明

これらの問題について、実際の計算における課題、課題への対応方策、対応方策を適用するために必要な作業、対応方策の適用実行に要する時間、対応方策適用による環境負荷量の算定精度への影響を表4.1-5に整理した。

### (2) 算定基礎データに関する課題

元データ（積算書）の単位と環境負荷原単位の単位が合わないことがある。

例）元データ（積算書）では、プレキャスト品等は「個」単位で計上されているが、環境負荷原単位の単位は原則「重量(t)」であり、重量への単位変換が必要である

#### 価格基準原単位

次のような場合は重量への単位変換が困難なため、価格基準の環境負荷原単位（表4.1-6参照）を適用して環境負荷量を算定した。

- ・貨物自動車運送料金、率計上の運搬費や基礎砕石費、架設用設備損料など、元データ（積算書）が金額単位で計上されているもの。
- ・掛 $m^2$ 、空 $m^3$ など便宜上の単位で計上される、足場や支保工などの仮設材。
- ・規格や寸法が不明な資材、形状が複雑な資材、多数の材料から成る複合製品など、重量換算が困難もしくは換算作業が煩雑なもの。

### (3) 環境負荷原単位に関する課題

社会資本整備に使用する全ての資材に環境負荷原単位が設定されていることが理想であるが、実際には、環境負荷原単位の設定が困難な資材が存在する。したがって、環境負荷原単位が未整備の資材については、材質等が類似する他の品目の原単位で代用し、下記の「確度の高いみなし原単位」および「確度の低いみなし原単位」を適用した。

#### 確度の高いみなし原単位

資材の材質（部門）は想定できるが、候補が複数あり特定できない場合

例）「固化材」は、セメント系の資材と想定されるが、セメントの種類に複数の候補がある場合、原単位に大きな差は生じないと考えられ、確度の高いみなし原単位の適用については、「原単位＝確度の高いみなし原単位」と言え、確度の高いみなし原単位の適用率はLCI結果に大きな影響を与えないと考えてよい。

#### 確度の低いみなし原単位

資材の材質（部門）が全く不明な場合。

例）「排水管」などは、ヒューム管か塩ビ管か等、材質が具体的に分からないため、何らかの資材を仮定する必要がある。仮定条件によって、変動幅が大きくなることから、確度の高いみなし原単位の適用よりも確度の低いみなし原単位の適用の方が不確実性は大きい。確度の低いみなし原単位の適用率が高いと、LCI結果の変動幅も大きくなる。

表 4. 1-5 LCI の試算に係る課題と対応方策等

分類	課題	区分	対応方策	必要な作業	所要時間のイメージ	環境負荷全体に占める割合	本試算で実施
算定基礎データ	資材の単位と環境負荷原単位の数量単位が整合しない	設計、施工	算定基礎データを重量単位に変換（工事数量の単位変換）	製品の単位体積質量等の調査	中	50%以下程度	○
			価格当りの環境負荷原単位を適用（価格基準原単位）	対象資材の価格調査	短	10%以下程度	○
	具体の資材数量が不明（「擁壁工〇m」等）	設計	標準的な資材とその使用量を設定	標準設計図から使用資材および使用量を設定	中	数%程度	○
	設計上の諸雑費に含まれるなど、評価できない資機材が存在	設計	具体的な資機材の内訳を物量または金額で把握	実績に基づく歩掛の調査、積算基準の見直しなど	長	不明	×
環境負荷原単位	資材に対応する環境負荷原単位がない	設計、施工	材質等が類似する他の品目の原単位（確度の高いみなし原単位、確度の低いみなし原単位）で代用	対象資材の材質・材料等の調査	短	10%以下程度	○
			積み上げ法により原単位を新規作成	対象資材の製造工程、投入エネルギー等の調査	長		×

表 4. 1-6 価格基準の環境負荷原単位一覧表（平成 22 年 9 月版試算用：一部抜粋）

コードNO	品目名	原単位種類	価格基準環境負荷原単位									
			CO2排出原単位 (kg-CO2/千円)				循環資源最終処分原単位 (kg/千円)			天然資源投入原単位 (kg/千円)		
			合計	生産	出荷	燃料使用	合計	生産	出荷	合計	生産	出荷
1110110	米	MPU	2.10E+00	1.77E+00	3.22E-01		2.03E-01	2.02E-01	1.68E-03	1.28E+00	1.14E+00	1.39E-01
1110120	稲わら	MPU	2.00E+00	1.84E+00	1.56E-01		2.10E-01	2.09E-01	9.20E-04	1.26E+00	1.18E+00	7.18E-02
1110210	小麦(国産)	MPU	2.70E+00	2.50E+00	1.97E-01		3.23E-01	3.22E-01	1.11E-03	1.54E+00	1.45E+00	8.51E-02
1110220	小麦(輸入)	MPU	5.04E-01	0.00E+00	5.04E-01		2.81E-03	-3.12E-19	2.81E-03	2.17E-01	-5.76E-17	2.17E-01
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2110140	軽油	MPU	3.08E+01	4.21E+00	2.59E-01	2.63E+01	6.30E-02	6.14E-02	1.62E-03	1.20E+01	1.19E+01	1.09E-01
2110150	A重油	MPU	5.76E+01	4.29E+00	4.08E-01	5.29E+01	6.42E-02	6.26E-02	1.59E-03	1.23E+01	1.21E+01	1.32E-01
2110160	B重油・C重油	MPU	7.74E+01	4.21E+00	4.00E-01	7.28E+01	6.30E-02	6.14E-02	1.58E-03	1.20E+01	1.19E+01	1.31E-01
2110170	ナフサ	MPU	6.19E+01	5.10E+00	3.59E-02	5.69E+01	7.45E-02	7.44E-02	1.38E-04	1.44E+01	1.44E+01	1.15E-02
2110180	液化石油ガス	MPU	5.19E+01	4.00E+00	7.86E-01	4.71E+01	6.31E-02	5.92E-02	3.90E-03	1.18E+01	1.15E+01	2.88E-01
2110190	その他の石油製品	PPU	4.59E+00	4.22E+00	3.70E-01		6.33E-02	6.15E-02	1.81E-03	1.21E+01	1.19E+01	1.52E-01
2120110	コークス	MPU	2.17E+02	1.28E+01	1.40E-01	2.04E+02	1.48E-01	1.48E-01	5.33E-04	7.76E+01	7.76E+01	4.85E-02
2120190	その他の石炭製品	PPU	1.16E+01	1.14E+01	1.74E-01		1.33E-01	1.32E-01	1.15E-03	6.95E+01	6.94E+01	8.34E-02
2120210	包装材料	PPU	8.72E+00	8.27E+00	4.56E-01		7.82E-02	7.61E-02	2.16E-03	1.02E+02	1.02E+02	1.87E-01
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2520110	セメント	MPU	8.17E+01	8.09E+01	8.40E-01		9.39E-02	9.09E-02	3.00E-03	1.09E+02	1.09E+02	2.74E-01
2522010	生コンクリート	MPU	1.63E+01	1.59E+01	4.21E-01		3.79E-02	3.55E-02	2.38E-03	6.39E+01	6.37E+01	1.91E-01
2523010	セメント製品	PPU	6.80E+00	6.33E+00	4.71E-01		3.85E-02	3.60E-02	2.51E-03	1.83E+01	1.81E+01	2.05E-01

価格には、物価変動、運賃、商業マージンなどが影響するため、重量ベースでの評価に比べて不確実性が高い。つまり、価格が変わると原単位も変わってしまうことから、価格基準原単位の適用率が高いと、LCI 試算結果の不確実性が大きくなる。確度の低いみなし原単位の適用より価格基準原単位の適用の方が、不確実性は大きい。みなしのパターンを表 4. 1-7 に整理した。

#### 工事数量単位変換

- ・建設物価（建設物価調査会）やメーカー・協会資料等の製品単位当り参考重量（kg/個、kg/m 等）を用いて、「個」→「t」などに単位変換した。
- ・土砂や砕石（〇m<sup>3</sup>）等は、単位体積質量（表 4. 1-8 参照）を乗じて重量に換算した。

単位変換の際に誤差が生じるが、比較優位に影響するほどではないと言える。

注) 金額ベースでの評価は、物価変動、運賃、商業マージンなどが影響するため、重量ベースでの評価に比べて不確実性が高い。したがって、価格基準原単位を適用するよりも、できるだけ工事数量の単位変換を実施することが望ましい。

表 4. 1-7 みなしのパターン

	みなしのパターン	不確実性
確度の高い みなし原単位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用目的、場所等が決まっており、一般的な材質を概ね絞り込むことができ、その材質が環境負荷原単位にある場合。 (例えば、「固化材」の場合、一般的にセメント系の資材と想定される。)</li> </ul> →工事に一般的に使用される資材と仮定して原単位を設定する。	小
確度の低い みなし原単位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・使用目的、場所等が決まっているが、それに該当する材質が環境負荷原単位にない、若しくは絞り込むことが出来ない場合。</li> <li>・現場の状況に合わせて、材質等を変更する資材である場合。 (例えば、「植生基盤材」の場合、現場状況によっても変わるため、材質を絞り込むことが出来ない。)</li> </ul> →その資材として最も多く用いられる材質を仮定して原単位を設定する。	中
価格基準原単位	<ul style="list-style-type: none"> <li>・価格しか分からない場合（数量が不明）。 (例えば、価格のみで計上されており、使用目的、場所等が不明、物量基準の環境負荷原単位では設定できない。)</li> </ul> →価格基準の環境負荷原単位に基づいて設定するが、価格が変わることから原単位も変わることから不確実性が高い。	大

表 4. 1-8 重量換算に用いる単位体積質量（1m<sup>3</sup>当り）

名 称	規 格	単 位	単 位 質 量
土 砂		kg	1,800
軟 岩		"	2,200
硬 岩		"	2,500
コンクリート	無 筋	"	2,350
	鉄 筋	"	2,500
アスファルト 舗装材	車道用	密 粒	2,350
		粗 粒	2,350
		細 粒	2,300
	歩道用	モルタル	2,100
		安定処理	2,350
		密 粒	2,200
		粗 粒	2,200
細 粒	2,150		
砂		"	1,740
切 込 砂 利		"	2,020
フラッシュアレン		"	2,040
粒 調 砕 石		"	2,100
水硬性スラグ		"	2,080
粒 調 ス ラ グ		"	2,060
フラッシュアレンスラグ		"	2,060
セ メ ン ト		"	3,000
ソイルセメント		"	2,100
鋼 材		"	7,850
木 材		"	1,000
木 材		"	800
石 材		"	2,600

出典：平成 22 年度版 土木工事数量算出要領（案）（国総研、2010 年）

#### 4. 1. 5 本研究で構築した LCI 理論および基盤に関する今後の課題

##### (1) LCI の計算過程における課題

- ① LCI の作業負荷
- ② 集約原単位の必要性
- ③ 重量単位への変換
- ④ 現状で評価できない要素
- ⑤ 価格基準原単位と物量基準原単位の関係
- ⑥ ユニットプライスへの対応

##### (2) 原単位に関する課題

- ① 一般品環境負荷原単位一覧表の網羅性向上
- ② 個別品環境負荷計算方法による個別品環境負荷原単位の作成事例の蓄積
- ③ 適用性検討により確認された事項への対応
  - a. プレキャストコンクリートの環境負荷原単位の詳細化
  - b. 仮設材の物量ベースによる計算

#### 【解説】

##### (1) LCI の計算過程における課題

###### ① LCI の作業負荷

現在の LCI 手法は、基本的に資材使用量と環境負荷原単位との積和であり、詳細な積算データを計算の前提としているため、事業全体の環境負荷量を算定する場合は作業が膨大になる。その意味で、特定の工種に着目した施工レベルの LCI には適した手法といえるが、構造物全体の環境負荷量の比較検討が目的となる構想レベルや設計レベルの LCI には適用が難しい。

とくに設計レベルの LCIでは、舗装〇m<sup>2</sup>などの工事数量単位のデータを基に、土木工事積算基準の標準歩掛を用いて機械の燃料消費量や損料を設定する必要があるため、結果的に積算作業と同等の労力を要することになる。

###### ② 集約原単位の必要性

設計レベルの LCI を一般に普及させるには、工事数量単位に集約化された原単位を追加し、計算作業の省力化を図る必要がある。そのためには、共通の手法で実施された施工レベルの LCI 試算事例を継続的に蓄積していきけるような仕組みを検討する必要がある。(3 章参照)

### ③ 重量単位への変換

設計レベルと施工レベルに共通の課題として、基礎データにおける資機材の数量単位 (m、個など) と環境負荷原単位の単位 (ほぼ t) との不整合が挙げられる。重量への換算が必要な資材を無視すると、事例によっては全体の環境負荷量の半分しか評価できない場合がある(図 4.1-6 参照)。環境負荷原単位の単位を積算の単位と整合させるための検討が必要である。

### ④ 現状で評価できない要素

構造物全体の環境負荷には大きな影響を与えないが、資材のロス率、輸送距離、機械損料の寒冷地補正などは、工種単位で新工法等の環境負荷削減効果を評価する場合には考慮すべき要素である。現在の手法では、標準歩掛の範疇にない要素は基本的に評価できないため、上記については別の枠組みでの評価手法の検討も必要である。

### ⑤ 価格基準原単位と物量基準原単位の関係

価格基準原単位を用いて事業費ベースで算定した環境負荷量と、物量基準原単位を用いて資機材の積み上げによって算定した環境負荷量にどの程度の乖離があるかについての検証が必要である。乖離の傾向を分析できれば、建設部門産業連関表と 3EID から作成したマクロな価格基準原単位 (t-CO<sub>2</sub>/道路改良工事・百万円など) を用いた概略の LCI も可能になる。

### ⑥ ユニットプライスへの対応

舗装工事の一部においてユニットプライス方式での積算が導入されているが、このような事例では、本業務のような積み上げ計算を適用することができない。逆に、ユニットプライス作成のための施工実績データベースに、環境負荷量の情報を付加できれば、ユニットプライスと同じ単位での環境負荷原単位 (工種別原単位に相当) を得ることができる。

各レベルにおける LCI の要件を表 4.1-9 に示した。

表 4.1-9 各レベルにおける LCI の要件 (イメージ)

項目	(A) 構想レベル	(B) 設計レベル	(C) 施工レベル
検討内容の例	ルート選定 (主要構造の検討)	構造形式の選定	施工方法の選定 (資材調達含む)
LCI の計算範囲 (○: 必須、△: 場合による、×: 基本的に不要)			
建設	○	○	○
維持管理	○	○	△
解体・廃棄	○	△	×
利用(自動車)	○	×	×
LCI 結果の精度	粗くてよい	(A) と (C) の中間	厳密さが問われる
原単位の集約度	延長レベル	工事数量レベル	資材数量レベル
原単位	(t-CO <sub>2</sub> /km/車線/年)	(t-CO <sub>2</sub> /工事数量)	(kg-CO <sub>2</sub> /資材数量)

## (2) 原単位に関する課題

より一層使いやすい社会資本 LCA とするためには、次の点を改善することが必要であると考えられる。

- ① 一般品環境負荷原単位一覧表の網羅性向上
- ② 個別品環境負荷計算方法による個別品環境負荷原単位の作成事例の蓄積
- ③ 社会資本 LCA の適用性検討により確認された事項への対応

#### a. プレキャストコンクリートの環境負荷原単位の詳細化

プレキャストコンクリート(コンクリート製品)の環境負荷原単位は全製品の平均であるため、実際の製品とは同じ寸法でも値は異なると考えられる。プレキャスト品は現場打ちと比較することも想定されることから、種類や規格に合わせて詳細に環境負荷原単位を整備する必要がある。

#### b. 仮設材の物量ベースによる計算

施工レベルにおいて、鋼矢板等、具体的な材質が明らかである仮設材については物量ベースの方法が使いやすく、かつ計算値が正確であると想定されるため、主要な仮設材については両方の環境負荷原単位が利用できるようにする必要がある。

##### <試算の考察>

本試算においては、材料、工法及び構造の違いが明らかであることを条件に事例を選択した。この結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ 材料の数量による比較は有意である。このことから、コスト削減、リデュース、リユースを目的とした工法は二酸化炭素排出量削減につながる可能性が高い。
- ・ 比較対象の設定によって算定結果が大きく異なるケースが存在する。このため、比較対象の選定根拠を明らかにすることが必要である。LCI 試算の際は、やむを得ず様々な条件を仮定することがあるため、試算結果を比較する場合はこの点に注意する必要がある。また、運搬が環境負荷削減量の根拠となる場合には、試算者が任意に削減量を設定できる可能性があるため、注意が必要である。
- ・ 化学的特性によって二酸化炭素削減を見込む場合には、検証が困難であることが多い。例えば、嫌気性発酵による二酸化炭素排出量削減等の計算は、化学反応等を考慮しなければならない。
- ・ 本試算において比較を行った事例は全て、本来は二酸化炭素削減を目的としたものではなかった。橋脚区体工の S.Q.C. は施工性・耐久性の向上、土留・仮締切工の鋼矢板引き抜きはコスト削減、フライアッシュ混入吹付けコンクリートはコスト削減、ペーパースラッジを用いた土質改良工法はリサイクル、築堤護岸工の残土の利用は最終処分量削減、岸壁築造工事の銅スラグ利用は安定性向上を目的としている。これまで二酸化炭素排出量の評価を実施する手法が確立されていなかったため評価できていなかったが、LCI 試算により二酸化炭素排出量評価を行うことで、元々の目的に加え二酸化炭素排出量削減効果もあることが確認できた。今後 LCI が普及することによって、二酸化炭素排出量を削減する工法が多く見つかることが期待できる。

## 4. 2 社会資本 LCI の実践

### 4. 2. 1 LCI 試算の基本的考え方

#### 【目的】

構造物全体の環境負荷量の把握

#### 【調査範囲】

構造物建設に係る全て（資材、資機材運搬、建設機械稼働、建設機械減耗、仮設資材）を網羅的に計算する。数量、対応する原単位が定かではない場合、推計を行う。

#### 【インベントリ分析】

第3章の方法に基づいて計算する。

資材、資機材運搬、建設機械稼働、建設機械減耗、仮設資材の数量は、工事数量に土木工事積算基準の歩掛を適用して求める（工事積算と同じ手順）。各数量と環境負荷原単位の積和を行い、環境負荷量を算定する。

#### 【インパクト評価】

環境評価指標毎に比較・評価を行う。

#### 【解釈】

完全性点検：環境負荷原単位を当てはめることができたカバー率。

整合性点検：代替技術で信頼性のある異なる原単位を用いることができていないか。

本試算は施工レベルおよび設計レベルを中心に行った。構想レベルについては、設計レベルの計算事例が蓄積されないと計算できないため、実施していない。資材レベルについては、資材メーカー等が実施する内容であるため、本報告書では触れていない。

#### 【解説】

##### (1) 目的

構想レベル、設計レベル、施工レベル、資材選定レベルにおける LCA の適用性を確認することを目的に、本研究で構築した理論および基盤を用いて、実際にライフサイクルをととした環境負荷量（ライフサイクルインベントリ：LCI）試算を行った。

##### (2) 調査範囲

LCI における環境負荷量の基本的な算定手法は、建設資材や建設機械の使用数量と、環境負荷原単位との積和である。すなわち、 $\sum \{ \text{資材・機械の数量} (\text{〇t 等}) \times \text{環境負荷原単位} (\text{〇kg-CO}_2/\text{t 等}) \}$  によって環境負荷量を算定する。

LCI の算定に用いるデータの詳細度は、道路事業の進捗レベルによって異なる。設計レベルでは工事数量レベル（舗装工 $\text{〇m}^2$  等）、施工レベルでは資機材数量レベル（アスファルト $\text{〇t}$ 、タイヤローラ $\text{〇}$ 供用日 等）のデータを基礎とするため、それぞれのレベルで環境負荷量の算定範囲や計算内容が異なる。両者の比較を表 4. 2-1 に示す。

##### (3) インベントリ分析

資材、資機材運搬、建設機械稼働、建設機械減耗、仮設資材の数量は、工事積算の手順と同様にして、工事数量に土木工事積算基準の歩掛を適用して求める。各数量と環境負荷原単位の積和を行い、環境負荷量を算定する。（詳細は第3章参照）

表 4. 2-1 設計レベルと施工レベルの LCI

		設計レベル	施工レベル
LCI 算定の基礎情報		予備設計報告書 ： 詳細設計の直前	工事積算書 ： 工事発注の直前
情報精度 (イメージ)	土工	掘削 (軟岩) …………… ○m <sup>3</sup>	掘削 (軟岩) …………… ○m <sup>3</sup> 軽油 (バックホウ等) ○ℓ バックホウ等損料 …… ○日
	舗装工	再生密粒度アスコン (厚○cm) …………… ○m <sup>2</sup>	再生密粒度アスコン …… ○t アスファルト乳剤 …… ○ℓ 軽油 (タイヤローラ等) ○ℓ タイヤローラ等損料 …… ○日
	場所打擁壁工 (もたれ式)	設置延長 (平均高さ○m) …………… ○m	生コンクリート …… ○m <sup>3</sup> クラッシュラン …… ○m <sup>3</sup> 軽油 (コンクリートポンプ車) …………… ○ℓ コンクリートポンプ車損料 …………… ○日
LCI の対象	資材	○	○
	運搬	推計 (積算基準より)	○
	建設機械稼働	推計 (積算基準より)	○
	建設機械減耗	推計 (積算基準より)	○
	仮設資材	× (算定しない)	○ (金額ベース)

#### (4) インパクト評価

環境評価指標として二酸化炭素排出量を比較・評価を行う。

#### (5) 解釈

完全性点検：環境負荷原単位を当てはめることができたカバー率。

整合性点検：代替技術で信頼性のある異なる原単位を用いることができていますか。

### 4. 2. 2 施工レベルにおける LCI 試算方法イメージ

施工レベルにおける LCI 試算イメージをまとめた。

#### 【解説】

##### (1) 試算対象とする環境負荷量

環境負荷量として、二酸化炭素排出量を試算対象とした。

##### (2) 計算のイメージ

施工レベルにおける LCI 試算の基礎となる工事積算書は、おおよそ以下のようなデータ構造となっている。最も深い階層 (図 4. 2-1 では第 4 階層の「(D) 機械単価」) から、資材等の数量データに環境負荷原単位を乗じて環境負荷量を求め、これを上位の階層に向かって遡及的に積み上げることにより、工事全体の環境負荷量を算出する。

##### (3) 環境負荷量の算定方法

表 4. 2-2 の方法で LCI を実施した。

- ・ 物量による評価が可能な資材 (燃料含む) には、物量基準の環境負荷原単位を適用する。
- ・ 物量による評価が困難な資材や仮設資材の賃料 (表 4. 2-2 の⑤) などには、価格基準の環

環境負荷原単位を適用する。

- ・ 建設残土など、現場で直接発生する廃棄物や循環資源などは、その全量を循環資源最終処分量として計上する。
- ・ 掘削土など、現場で自然地形が比較的大規模に改変される場合は、その全量を天然資源投入量として計上する。

(4) 環境負荷原単位

① 資材

物量による評価が可能な資材については物量基準の原単位（表 4. 2-3 参照）を、物量による評価が困難な資材については価格基準の原単位（表 4. 1-6 参照）をそれぞれ用いた。

② 運搬（直接排出）

環境負荷原単位一覧表の「軽油」などの原単位を用いた。

③ 建設機械稼働

②運搬と同様に、環境負荷原単位一覧表の「軽油」などの原単位を用いた。

④ 建設機械減耗

建設機械 1 t・供用日当りの環境負荷原単位（二酸化炭素排出量の場合は 3.56kg-CO<sub>2</sub>/t/供用日）を用いた。環境負荷量は、上記の原単位に使用機械の質量（建設機械等損料表に記載）および供用日に乗じて算定する。

⑤ 仮設資材

仮設資材の賃料当りの環境負荷原単位を用いた。なお、原単位は仮設資材の a) 損耗による負荷量と、b) 賃貸に係る負荷量の合計として設定されている。

a) 仮設資材の損耗に係る環境負荷量（二酸化炭素排出量の場合）

$$= \text{仮設資材の賃料（円）} \times \text{資材（生産レベル）の環境負荷原単位（kg-CO}_2\text{/円）} \times \text{賃料に対応した減価償却率：40\%※}$$

※ 産業連関表「物品賃貸業部門」の国内生産額に占める資本減耗引当額の割合。

b) 仮設資材の賃貸に係る環境負荷量（二酸化炭素排出量の場合）

$$= \text{仮設資材の賃料（円）} \times \text{「建設機械器具賃貸業」の環境負荷原単位（kg-CO}_2\text{/円）}$$



注) 工種や施工数量は例示のための仮の値である。

図 4. 2-1 工事積算書による LCI の計算イメージ(再掲)

表 4. 2-2 環境負荷量の排出起源と算定方法

排出起源		環境負荷量の算定方法
① 資材	生産	$\Sigma$ (資材の使用量×資材の環境負荷原単位【うち生産分】)
	運搬 (出荷) 注1)	$\Sigma$ (資材の使用量×資材の環境負荷原単位【うち出荷分】)
② 運搬 (直接排出) 注2)		$\Sigma$ (運搬機械の燃料使用量×燃料の環境負荷原単位)
③ 建設機械稼働		$\Sigma$ (建設機械の燃料使用量×燃料の環境負荷原単位)
④ 建設機械減耗		$\Sigma$ (施工・運搬機械の重量×機械減耗の環境負荷原単位)
⑤ 仮設資材		$\Sigma$ {仮設資材の賃料× (0.4×仮設資材の環境負荷原単位【うち生産分】) + 建設機械器具賃貸業の環境負荷原単位}

注1) プレキャスト品の現場搬入など、資材使用量から (出荷の環境負荷原単位を介して) 間接的に算出される環境負荷量。

注2) ダンプトラックによる掘削土の運搬など、積算書の燃料消費量から (燃料の環境負荷原単位を介して) 直接的に算出される環境負荷量。

表 4. 2-3 物量基準の環境負荷原単位一覧表 (平成 22 年 9 月版試算用: 一部抜粋)

#	環境負荷原単位リスト品目名	修正産業連関表部門		物量基準原単位の単位(☆)	物量基準環境負荷原単位										
		コードNO	部門名		CO2排出原単位(kg-CO2/☆)				循環資源最終処分原単位(kg/☆)			天然資源投入原単位(kg/☆)			
					合計	生産	出荷	燃料使用	合計	生産	出荷	合計	生産	出荷	
A	生コンクリート高炉	2522011104	生コン_高炉セメント	立方メートル	1.85E+02	1.79E+02	6.82E+00		5.74E-01	5.35E-01	3.86E-02	9.25E+02	9.22E+02	3.10E+00	
-	生コンクリート早強	-	-	立方メートル	2.94E+02	2.87E+02	6.82E+00		6.40E-01	6.01E-01	3.86E-02	1.09E+03	1.09E+03	3.10E+00	
-	生コンクリート中腐熟	-	-	立方メートル	2.82E+02	2.76E+02	6.82E+00		6.16E-01	5.77E-01	3.86E-02	1.05E+03	1.04E+03	3.10E+00	
A	生コンクリート普通	2522011101	生コン_ポルトランドセメント	立方メートル	2.88E+02	2.81E+02	6.82E+00		6.28E-01	5.89E-01	3.86E-02	1.07E+03	1.06E+03	3.10E+00	
B	アスファルト合材・混合物	21210211	新規合材	t	5.62E+01	5.26E+01	3.61E+00		4.83E-01	4.66E-01	1.70E-02	9.94E+02	9.93E+02	1.48E+00	
B	再生アスファルト合材・混合物	21210212	再生合材	t	5.54E+01	5.18E+01	3.61E+00		3.89E-01	3.72E-01	1.70E-02	6.48E+02	6.46E+02	1.48E+00	
B	鉄筋コンクリート用棒鋼	26210140	普通鋼小棒	t	8.56E+02	8.37E+02	1.85E+01		1.99E+01	1.98E+01	1.02E-01	5.44E+02	5.36E+02	8.10E+00	
B	構造用丸鋼	26210150	その他の普通鋼熱間圧延鋼材	t	1.86E+03	1.84E+03	2.33E+01		2.70E+01	2.68E+01	1.27E-01	2.05E+03	2.04E+03	1.01E+01	
A+	軽油	21110140	軽油	L	3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	6.21E-03	6.05E-03	1.60E-04	1.18E+00	1.17E+00	1.08E-02	
B	砕石	6220210	砕石	t	8.07E+00	6.06E+00	2.02E+00		1.41E-01	1.32E-01	8.92E-03	1.00E+03	1.00E+03	8.07E-01	
B	再生砕石	62202102	再生砕石	t	7.38E+00	5.36E+00	2.02E+00		1.68E-01	1.59E-01	8.92E-03	1.62E+02	1.61E+02	8.07E-01	
A-	高炉スラグ	261101101	高炉スラグ(kt)	t	2.34E+01	0.00E+00	2.34E+01		1.27E-01	0.00E+00	1.27E-01	1.02E+01	0.00E+00	1.02E+01	
B-	鋼板	26210120	普通鋼鋼板	t	2.57E+03	2.55E+03	2.34E+01		3.23E+01	3.22E+01	1.27E-01	3.11E+03	3.10E+03	1.02E+01	
B-	支承	23190990	その他のゴム製品	t	3.92E+03	3.60E+03	3.14E+02		5.81E+01	5.65E+01	1.62E+00	1.95E+03	1.82E+03	1.33E+02	
B-	土工材	6220110	砂利・採石	t	1.58E+01	1.05E+01	5.28E+00		2.51E-01	2.28E-01	2.29E-02	1.01E+03	1.00E+03	2.12E+00	
B-	鉄筋コンクリート側溝・蓋	25230110	セメント製品	t	4.00E+02	3.72E+02	2.77E+01		2.27E+00	2.12E+00	1.48E-01	1.08E+03	1.06E+03	1.20E+01	
B	コンクリート混和・混入材	25990990	その他の窯業・土石製品	t	1.06E+02	1.00E+02	5.90E+00		9.19E-01	8.88E-01	3.10E-02	1.49E+03	1.49E+03	2.57E+00	

#### 4. 2. 3 設計レベルにおける LCI 試算方法イメージ

設計レベルの LCI 試算のイメージをまとめた。

##### 【解説】

##### (1) 試算対象とする環境負荷量

環境負荷量として、二酸化炭素排出量を試算対象とした。

##### (2) 計算のイメージ

設計レベルの LCI における環境負荷量の計算イメージを以下に示す。

- ① 設計レベルにおいて、事業費の算出のために整理される工事数量は、工種毎に「舗装〇m<sup>2</sup>」などの単位で表現される。(表 4. 2-4 参照)

表 4. 2-4 工事数量（車道表層舗装工）

工種	種別	細別	規格	単位	数量
車道舗装	表層	密粒度As	t=5cm,20	m2	110,838

② 上記①の単位は、資材の環境負荷原単位の単位（t：トン）と一致しないことが多いため、後述の方法で重量単位に変換する。（表 4. 2-5 参照）

表 4. 2-5 工事数量単位から重量単位への変換イメージ（車道表層舗装工）

工種	種別	細別	規格	単位	数量	単位変換係数				単位変換後数量		
						単位	係数	依拠	依拠詳細	備考	単位	数量
車道舗装	表層	密粒度As	t=5cm,20	m2	110,838	t/m2	0.118	指針等	報告書、土木工事数量算出要領(案)(兵庫県)		t	13,023

③ 設計レベルでは、運搬機械や建設機械の活動量が不明であるため、上記①の工事数量に土木工事積算基準の標準歩掛を適用し、工事に投入される運搬・建設機械とその燃料使用量および機械損料を設定する。（表 4. 2-6 参照）

表 4. 2-6 工事数量に基づく機械稼働量の設定イメージ（車道表層舗装工）

工種	種別	細別	規格	単位	数量	運搬・施工機械の環境負荷項目				
						名称	規格	細目	単位	数量
車道舗装	表層	密粒度As	t=5cm,20	m2	110,838	アスファルトフィニッシャー運転	ホイール/1.4-3.0m	軽油	L	1,108
								機械損料	供用日	84
						アスファルトフィニッシャー運転	ホイール/2.0-6.0m	軽油	L	3,132
								機械損料	供用日	84
						アスファルトフィニッシャー運転	クローラ/1.4-3.0m	軽油	L	1,012
								機械損料	供用日	84
						アスファルトフィニッシャー運転	クローラ/2.4-4.5m	軽油	L	1,687
								機械損料	供用日	84
						ロードローラ運転	排ガス1/マカダム/10-12t	軽油	L	1,687
								機械損料	供用日	79
						タイヤローラ運転	排ガス1/8-20t	軽油	L	1,976
		機械損料	供用日	86						
振動ローラ運転	排ガス1/搭乗式コンバインド/3-4t	軽油	L	723						
		機械損料	供用日	72						

④ 上記②より資材起源の環境負荷量を、上記③より機械起源の環境負荷量を算定し、両者を合算して全体の環境負荷量を求める。（表 4. 2-7 参照）

表 4. 2-7 工事数量に基づく資材および機械の環境負荷算定イメージ（車道表層舗装工）

工種	種別	細別	規格	単位	数量	環境負荷原単位					
						運搬・建設機械		原単位		環境負荷量 kg-CO2	
名称	規格	原単位名	単位(#)	原単位 kg-CO2/#							
車道舗装	表層	密粒度As	t=5cm,20	m2	110,838	-	-	アスファルト合材・混合物 (As 生産量比配分)	t	5.43E+01	7.07E+05
						アスファルトフィニッシャー運転	ホイール/1.4-3.0m	軽油	L	3.03E+00	1.46E+00
								アスファルトフィニッシャー運転	供用日	7.26E+01	2.66E+00
						アスファルトフィニッシャー運転	ホイール/2.0-6.0m	軽油	L	3.03E+00	4.13E+00
								アスファルトフィニッシャー運転	供用日	1.58E+02	5.81E+00
						アスファルトフィニッシャー運転	クローラ/1.4-3.0m	軽油	L	3.03E+00	1.33E+00
								アスファルトフィニッシャー運転	供用日	6.32E+01	2.32E+00
						アスファルトフィニッシャー運転	クローラ/2.4-4.5m	軽油	L	3.03E+00	2.22E+00
								アスファルトフィニッシャー運転	供用日	1.12E+02	4.09E+00
						ロードローラ運転	排ガス1/マカダム/10-12t	軽油	L	3.03E+00	2.22E+00
								ロードローラ運転	供用日	4.72E+01	1.61E+00
						タイヤローラ運転	排ガス1/8-20t	軽油	L	3.03E+00	2.60E+00
								タイヤローラ運転	供用日	4.31E+01	1.61E+00
						振動ローラ運転	排ガス1/搭乗式コンバインド	軽油	L	3.03E+00	9.52E-01
								振動ローラ運転	供用日	2.45E+01	7.70E-01

### (3) 環境負荷量の算定方法

表 4. 2-8 に示す方法で、LCI を実施した。

- ・ 物量による評価が可能な資材には、物量基準の環境負荷原単位を適用する。
- ・ 物量による評価が困難な資材や機械損料などには、価格基準の環境負荷原単位を適用する。
- ・ 運搬機械や建設機械の燃料使用量および損料については、工事数量と国土交通省土木工事積算基準の標準歩掛に基づいて設定する。(表 4. 2-8 の②、③参照)
- ・ 建設残土など、現場で直接発生する廃棄物や循環資源などは、その全量を循環資源最終処分量として計上する。
- ・ 掘削土など、現場で自然地形が比較的大規模に改変される場合は、その全量を天然資源投入量として計上する。
- ・ 仮設資機材の環境負荷量については算定しない。(設計レベルでは LCI に必要なデータが具体的に得られないため)

### (4) 環境負荷原単位

#### ① 資材

物量による評価が可能な資材については物量基準の原単位(表 4. 2-3 参照)を、物量による評価が困難な資材については価格基準の原単位(表 4. 1-6 参照)をそれぞれ用いた。

#### ② 運搬(直接排出)

設計レベルでは運搬機械の燃料使用量に関する情報が得られないため、以下の手順によって算定した。

- 1) 工種毎の工事数量(切土-土砂- $\text{O}\text{m}^3$  など)に、国土交通省土木工事積算基準の標準歩掛を適用し、運搬機械の燃料使用量を設定。
- 2) 上記 1) に、前掲の環境負荷原単位一覧表の「軽油」などの環境負荷原単位を乗じて環境負荷量を算定。

表 4. 2-8 環境負荷量の排出起源と算定方法

排出起源		環境負荷量の算定方法
① 資材	生産	$\Sigma$ (資材の使用量×資材の環境負荷原単位【うち生産分】)
	運搬(出荷) <small>注1)</small>	$\Sigma$ (資材の使用量×資材の環境負荷原単位【うち出荷分】)
② 運搬(直接排出) <small>注2)</small>		$\Sigma$ (運搬機械の燃料使用量(標準歩掛から設定) ×燃料の環境負荷原単位)
③ 建設機械稼働		$\Sigma$ (建設機械の燃料使用量(標準歩掛から設定) ×燃料の環境負荷原単位)
④ 建設機械減耗		$\Sigma$ (施工・運搬機械の損料(標準歩掛から設定) ×機械減耗の環境負荷原単位)

注 1) プレキャスト品の現場搬入など、資材使用量から(出荷の環境負荷原単位を介して)間接的に算出される環境負荷量。

注 2) 掘削土の運搬など、歩掛の燃料消費量から(燃料の環境負荷原単位を介して)直接的に算出される環境負荷量。

#### ③ 建設機械稼働

上述②と同様にして建設機械の燃料使用量を設定し、「軽油」などの環境負荷原単位を乗じて環境負荷量を算定した。

#### ④ 建設機械減耗

建設機械 1t・供用日当りの環境負荷原単位（二酸化炭素排出量の場合は 3.56kg-CO<sub>2</sub>/t/供用日）を用いた（図 4. 2-2）。したがって、環境負荷量は上記の原単位に使用機械の質量（建設機械等損料表に記載）および供用日に乗じて算定する。

なお、建設機械 1t・供用日当りの環境負荷原単位は、主要な建設機械に関する機械質量と供用日当りの環境負荷量との関係式に基づき設定されている。

- ・近似線は、◆：ブルドーザ、バックホウ、クローラローダ、ホイールローダ、ラフテレーンクレーンを対象とした。
- ・油圧ハンマ、スタビライザのように近似線上に乗らない機械もあることに注意。（償却期間の短い機械、機械質量に対する基礎価格が高い機械が外れる傾向（精査中））

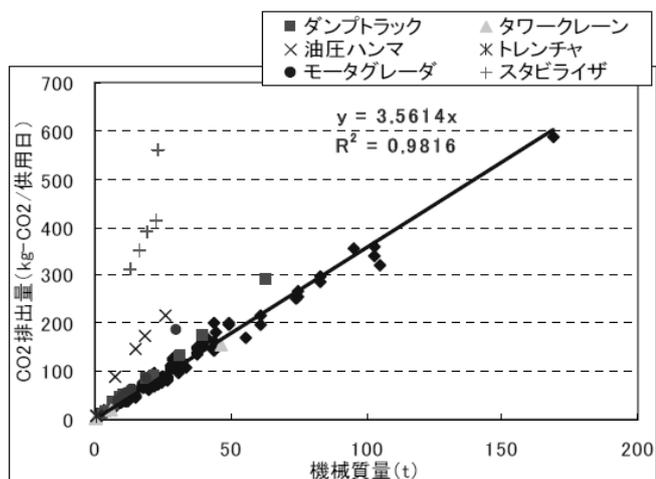


図 4. 2-2 建設機械 1t・供用日当りの環境負荷原単位

## 4. 3 社会資本 LCI 試算

### 4. 3. 1 施工レベルにおける試算対象

工事直前の積算データに基づき、以下に示す工事事例について施工レベルの LCI を試算した。試算事例(1)土工、(3)橋梁下部(鋼橋)、(5)トンネル(NATM)については、一般的な工法(標準技術)に対して、環境負荷を低減する工法(代替技術)の二酸化炭素排出量を算出し、標準技術の代替技術を比較した。各事例では、特定の技術(工法)について代替技術(工法)の適用が想定される工事を選定し、同工種を標準的技術(工法)で施工した場合の環境負荷量と、代替技術で施工した場合の環境負荷量を比較した。

(1) 土工 (P. 4-27)

(2) 土工の比較事例：ペーパースラッジを用いた土質改良工法 (P. 4-33)

標準技術：石灰・セメント系固化材を用いた安定処理工

工種：路床安定処理工

(3) 橋梁下部(鋼橋) (P. 4-40)

(4) 橋梁下部(鋼橋)の比較事例：鋼矢板引抜、幅広鋼矢板残置による土留・仮締切 (P. 4-44)

標準技術：普通鋼矢板残地による土留・仮締切

工種：土留・仮締切工

(5) トンネル(NATM) (P. 4-52)

(6) トンネル(NATM)の比較事例その1：フライアッシュ混入吹付けコンクリート (P. 4-57)

標準技術：一般急結剤を用いた吹付けコンクリート

工種：コンクリート吹付工

(7) トンネル(NATM)の比較事例その2：湿式吹付け工法(急結材あり) (P. 4-64)

標準技術：ポリマーセメントモルタル吹付け工法

工種：プライマー塗布工、モルタル吹付け工

(8) 橋梁上部(鋼橋) (P. 4-69)

(9) 舗装(土工) (P. 4-74)

(10) 舗装(橋梁) (P. 4-79)

(11) 舗装(トンネル) (P. 4-84)

### 4. 3. 2 施工レベルにおける LCI 結果

(1) 土工

#### ① 工事概要

工事概要を表 4. 3-1 および図 4. 3-1 に示す。

表 4. 3-1 土工・工事概要

道路種別	自動車専用道路(1種3級)
施工延長	469.4m
車線数	暫定2車線(片側1車線)
全幅員	10.5m
代表工種	切盛土工、法面整形工、植生工、安定処理工、ブロック積工、 床掘・埋戻、側溝工、排水工、管渠工、集水柵工、マンホール工 ※ 舗装工は含まれない

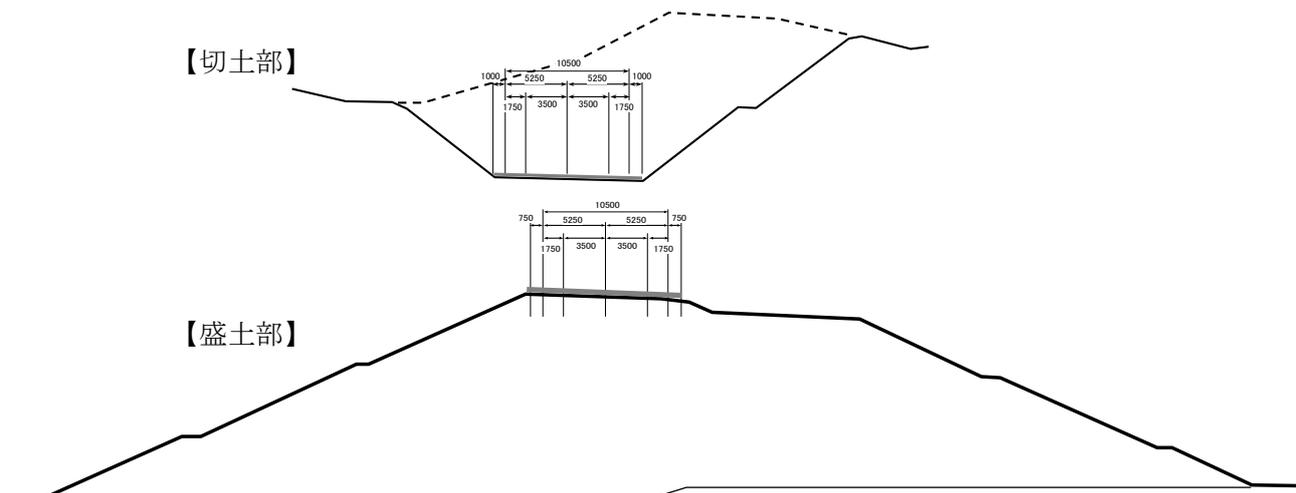


図 4. 3-1 土工・標準横断面図

## ② 環境負荷量の試算結果

### ア. 施工全体の環境負荷量

- 本工事による二酸化炭素排出量は約 736 トンと試算され、資材 32%、運搬 17%、機械稼働 36%、機械減耗 15%であった。掘削、盛土等が工事の大部分であるため、機械関連の排出量シェアが高い。
- 掘削工は、該当箇所の岩質に応じて使用する建設機械及び稼働時間が異なるため、それに伴いコスト、二酸化炭素排出量とも変動する。本工事積算書では軟岩を想定しているが、異なる岩質であった場合には二酸化炭素排出量が増加することになる。
- 切土と盛土の土量はバランスがとれるよう検討するため、土を場外へ搬出することは一般的にはない。本工事での運搬費は建設機械の運搬のものであり二酸化炭素排出量は少ない。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-2 および図 4. 3-3 に示す。

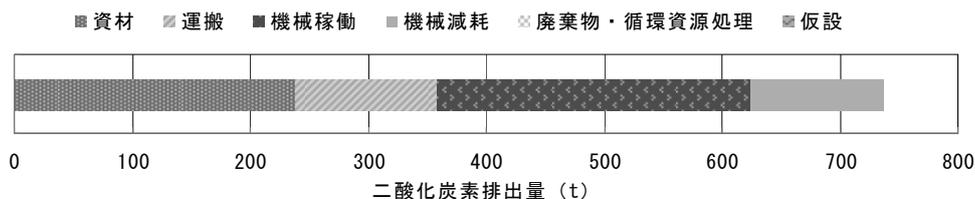


図 4. 3-2 二酸化炭素排出量 (工事計)

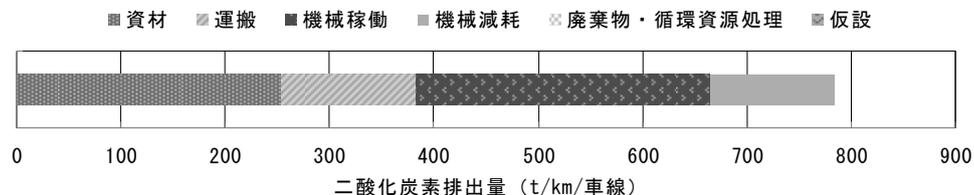


図 4. 3-3 二酸化炭素排出量 (車線キロ当り)

### イ. 工種別の環境負荷量

- 掘削土の運搬量や機械稼働量が多い掘削工の環境負荷量が顕著に多く、工事全体の約 50% を占めている。

- 側溝工、排水工などはプレキャスト品の使用が多いため、資材の環境負荷量の占める割合が大きい。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-4 および図 4. 3-5 に示す。

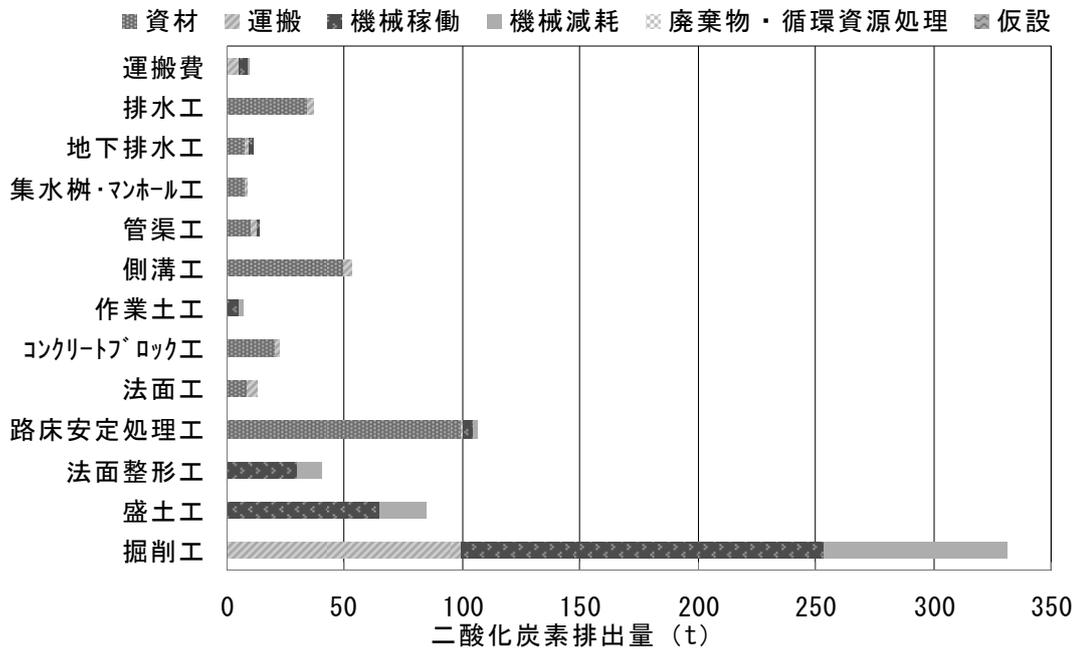


図 4. 3-4 工種別の二酸化炭素排出量

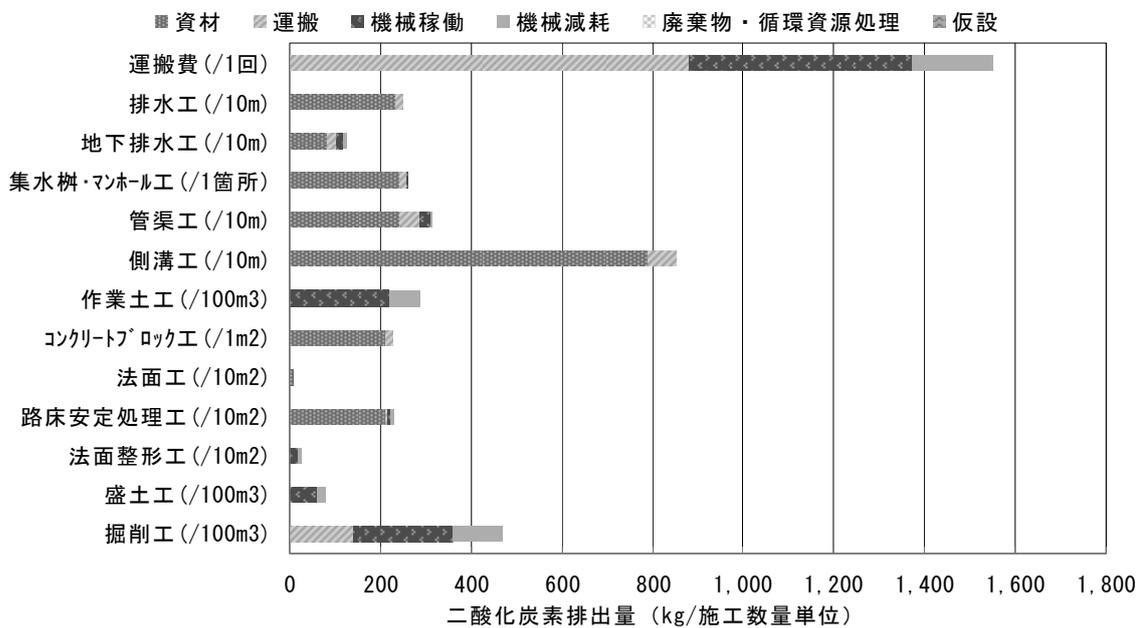


図 4. 3-5 施工数量当りの二酸化炭素排出量 (参考)

ウ. 資材品目別の環境負荷量

- 固化材（その他セメントみなし）、側溝等のセメント製品や、生コンクリートからの環境負荷量が多く、これらの合計で全体の約 8 割を占める。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-6 に示す。

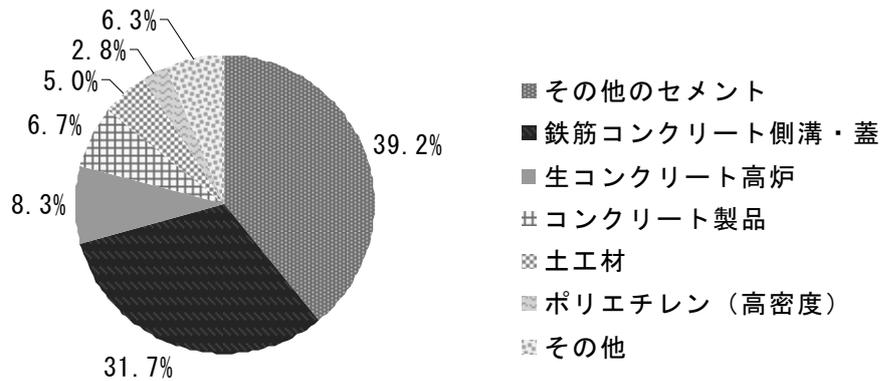


図 4. 3-6 資材品目別の二酸化炭素排出量

#### エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

- ・ ブルドーザー、バックホウ、ダンプトラックからの環境負荷量が多い。
- ・ 岩質によっては掘削に用いるバックホウ、リッパ装置付ブルドーザー、ブルドーザーにかかる二酸化炭素排出量は変わりうる。

運搬・建設機械の二酸化炭素排出量を図 4. 3-7 に、バックホウの写真を図 4. 3-8、リッパ装置付ブルドーザーの写真を図 4. 3-9 に示す。

#### ③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- ・ みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約 14%、確度の低いみなし原単位のものが同 2%に相当。
- ・ 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 1%に相当。
- ・ 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 15%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-10 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-2、表 4. 3-3、表 4. 3-4 に示す。

- ・ 「基礎砕石費 8%」はマンホール据付歩掛の中で定められている。基礎砕石費は敷設・転圧労務、材料投入、締固め機械運転経費、砕石等材料費であり、マンホール据付歩掛の労務費（世話役、特殊作業員、普通作業員）及び機械運転経費（バックホウ）の合計の 8%である。
- ・ 「運搬費等率 184%」はブルドーザー44t 級以下の分解・組立 1 台 1 回当り歩掛として定められている。運搬費等は諸雑費（ウエス、洗浄油、グリス、油圧作動油）、トラック及びトラレーラによる運搬費（往復）（誘導者、作業員含む）、賃料・損料費（自走による本体の賃料・損料、賃料適用機械の運搬中本体賃料、賃料適用機械の分解・組立本体賃料）であり、重建設機械分解組立輸送の労務費・クレーン運転費の合計額の 184%である。「運搬費等率 191%」は、ブルドーザー21t 級以下の分解・組立 1 台 1 回当り歩掛として定められている。「運搬費等率 297%」は、バックホウ系（山積 1.4m<sup>3</sup>以下）の分解・組立 1 台 1 回当り歩掛として定められている。

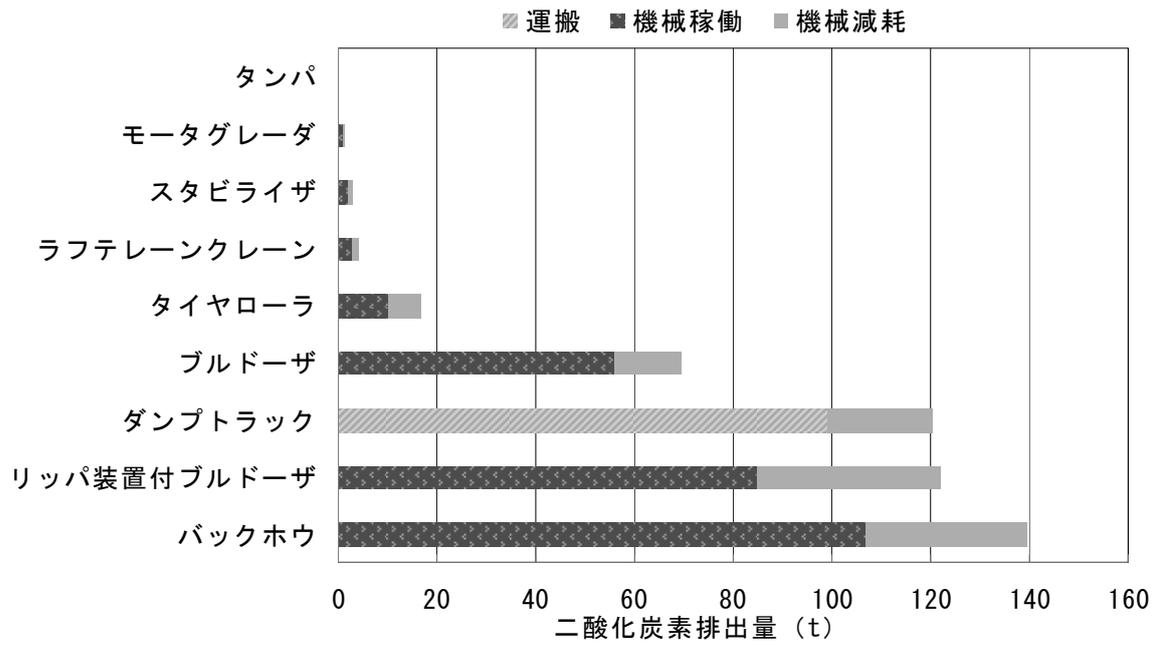


図 4. 3-7 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量



図 4. 3-8 バックホウ

出典：国土交通省東北地方整備局 HP



図 4. 3-9 リッパ装置付ブルドーザー

出典：国土交通省九州地方整備局 HP

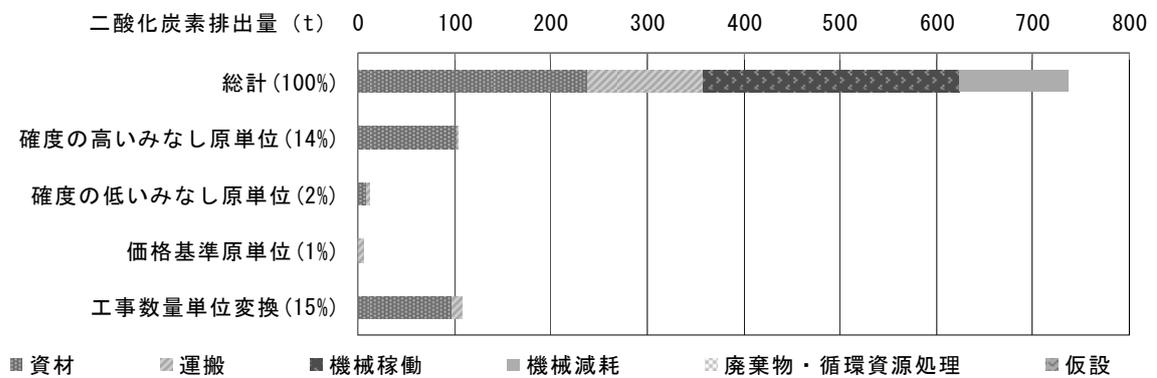


図 4. 3-10 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-2 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
固化材	一般軟弱土用	t	72	その他のセメント	t	A
固化材	発塵抑制型	t	78	その他のセメント	t	A
植生基盤材・植生マット	土砂	t	802	土工材	t	B
足掛金物	W=300	本	43	普通鋼小棒	t	A
有孔管	φ150	m	59	塩化ビニル樹脂	t	A
有孔管	φ200	m	556	塩化ビニル樹脂	t	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-3 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	金額(千円)	環境負荷原単位名
基礎砕石費8%		式	0	3	砕石
運搬費等率184%		式	2	508	道路貨物輸送(除自家輸送)
運搬費等率191%		式	2	316	道路貨物輸送(除自家輸送)
運搬費等率297%		式	2	629	道路貨物輸送(除自家輸送)
貨物自動車運送料金	距離制運賃	台	2	8	道路貨物輸送(除自家輸送)

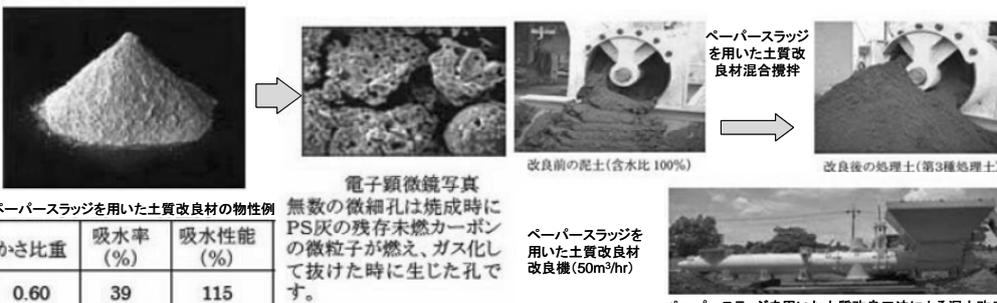
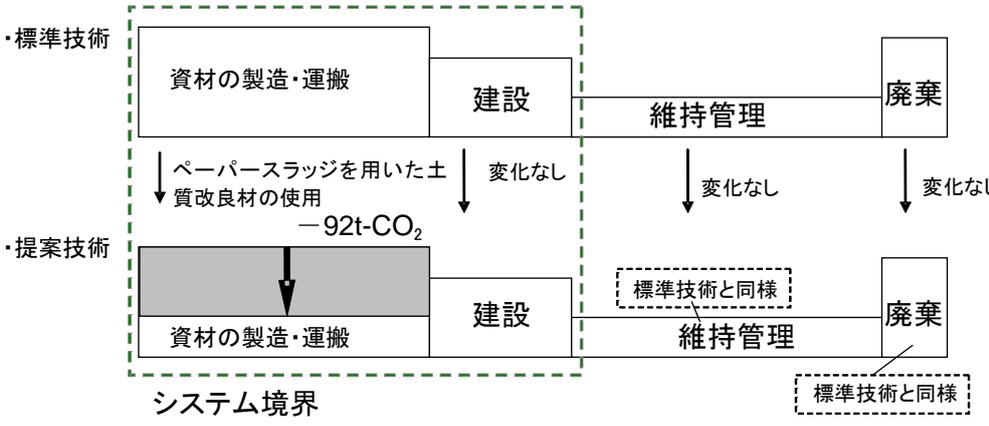
表 4. 3-4 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数			環境負荷原単位		
						単位	係数	拠拠	拠拠詳細	原単位名	単位
U形用蓋	1種 600 74×7.5×60	個	144	t	11.088	t/個	0.077	建設物価	P211	鉄筋コンクリート側溝・蓋	t
アスファルト乳剤	PK-3 アスファルト用	L	1,114	t	1.114	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
クワシャーラ	C-40	m <sup>3</sup>	22	t	45.775	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	砕石	t
グレーチング蓋	500*500用	個	2	t	0.076	t/個	0.038	建設物価	P232	グレーチング	t
コンクリート蓋	500*500用	個	36	t	5.4	t/箇所	0.150	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t
コンクリート蓋	600*600用	個	4	t	0.9	t/箇所	0.235	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t
管取付壁	φ1200*1200	個	1	t	1.2	t/個	1.152	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t
高密度ポリエチレン管	φ400	m	10	t	0.1	t/m	0.009	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf">http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf</a>	ポリエチレン(高密度)	t
高密度ポリエチレン管	φ600	m	429	t	7.5	t/m	0.018	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf">http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf</a>	ポリエチレン(高密度)	t
砂	埋戻し用	m <sup>3</sup>	194	t	338.4	t/m <sup>3</sup>	1.740	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	砂・砂利	t
再生クワシャーラ	RC-40	m <sup>3</sup>	410	t	835.7	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	再生砕石(破砕のみによる平均吸着効果含む)	t
斜壁	600/900*300	個	1	t	0.1	t/個	0.058	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t

(2) 土工の比較事例：ペーパースラッジを用いた土質改良工法

(注：標準技術と代替技術の機能が同じか判断の難しい事例)

① 代替技術概要

代替技術 の名称	ペーパースラッジを用いた土質改良工法						
概要	<p>製紙製造工程上発生するペーパースラッジを用いて、一体の施工システムで混合攪拌処理し、養生時間無しに建設発生土として取り扱うことが可能な品質（第4種建設発生土以上）に性状を改良する泥土改良システムである。</p>  <p>電子顕微鏡写真 無数の微細孔は焼成時にPS灰の残存未燃カーボンの微粒子が燃え、ガス化して抜けた時に生じた孔です。</p> <table border="1" data-bbox="379 750 662 846"> <caption>ペーパースラッジを用いた土質改良材の物性例</caption> <thead> <tr> <th>かさ比重</th> <th>吸水率 (%)</th> <th>吸水性能 (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.60</td> <td>39</td> <td>115</td> </tr> </tbody> </table> <p>ペーパースラッジを用いた土質改良機(50m<sup>3</sup>/hr)</p> <p>改良前の泥土(含水比100%) → 改良後の処理土(第3種処理土)</p> <p>ペーパースラッジを用いた土質改良工法による泥土改良</p>	かさ比重	吸水率 (%)	吸水性能 (%)	0.60	39	115
かさ比重	吸水率 (%)	吸水性能 (%)					
0.60	39	115					
標準技術 (従来工法等)	石灰・セメント系固化材を用いた安定処理工 (注：機能が同じか判断の難しい事例)						
LCI 試算 結果	<p>・標準技術に使用する固化材に比べて、ペーパースラッジを用いた土質改良工法は二酸化炭素排出量が約99%少ないため、92t-CO<sub>2</sub>削減できた。 →代替技術を用いることによる二酸化炭素削減量は、92t-CO<sub>2</sub>削減であった。</p>  <p>・標準技術</p> <p>・提案技術</p> <p>システム境界</p> <p>標準技術と同様</p> <p>標準技術と同様</p>						
備考	NETIS 登録番号：CB-010011-V						

② 全工種及び代替技術との比較対象工種

道路改良工事の全工種を表 4. 3-5 に示す。なお、代替技術との比較対象とする「路床安定処理工」を網がけで示した。

表 4. 3-5 全工種及び代替技術との比較対象工種

工事区分・工種・種別・細別	規格
掘削工	
掘削(軟岩)	
路体盛土工	
路体(流用土)	
路体(発生土)	
路床盛土工	
路床(発生土)	
法面整形工	軟岩
法面整形(切土部)	
法面整形(盛土部)	
路床安定処理工	
安定処理(1)	切土部
安定処理(2)	盛土部
法面工	
植生工	
植生基材吹付	厚3cm
植生マット	肥料袋有
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
コンクリートブロック工	
コンクリートブロック基礎	
コンクリートブロック積	
天端コンクリート	
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
側溝工	
7°レキャストU型側溝(1)	B300-H300
7°レキャストU型側溝(2)	B450-H450
7°レキャストU型側溝(3)	B600-H600
7°レキャストU型側溝(4)	B300-H300
7°レキャストU型側溝(5)	B300-H200
管渠工	
管渠(1)	波状管管径400mm
管渠(2)	波状管管径600mm
集水桝・マンホール工	
集水桝(1)	現場打材18-8-25(高炉)
集水桝(2)	現場打材18-8-25(高炉)
集水桝(3)	現場打材18-8-25(高炉)
集水桝(4)	現場打材18-8-25(高炉)
集水桝(5)	現場打材18-8-25(高炉)
7°レキャストマンホール	2号人孔内径1200H=2000各種
地下排水工	
地下排水(1)	
地下排水(2)	直管管径150mm
地下排水(3)	直管管径150mm
地下排水(4)	直管管径200mm
地下排水(5)	直管管径200mm
排水工	
小段排水(1)	B300-H200有18-8-25(高炉)
小段排水(2)	有18-8-25(高炉)
小段排水(3)	有18-8-25(高炉)
縦排水(1)	B300-H200有18-8-25(高炉)
縦排水(1)蓋	
仮排水(1)	
仮排水(2)	
運搬費	
建設機械運搬費	
重建設機械分解組立輸送費	

③ 比較対象工種の数量

「路床安定処理工」の標準技術での工事数量を表 4. 3-6 に示す。

表 4. 3-6 標準技術（石灰・セメント系固化材を用いた安定処理工）による工事数量

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
安定処理(1)	切土部	m2	3020	資材	固化材	一般軟弱土用	t	72.5	t	72.5
				機械稼働	軽油	1.2号	L	866.8	L	866.8
				機械減耗	タイヤローラ[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	6.9	供用日	6.9
					モータグレーダ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	7.1	供用日	7.1
					スタビライザ[路床改良用]	幅2.0m 深0.6m	供用日	6.4	供用日	6.4
					バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	6.0	供用日	6.0
安定処理(2)	盛土部	m2	1620	資材	固化材	発塵抑制型	t	77.8	t	77.8
				機械稼働	軽油	1.2号	L	520.5	L	520.5
				機械減耗	タイヤローラ[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	3.7	供用日	3.7
					モータグレーダ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	3.8	供用日	3.8
					スタビライザ[路床改良用]	幅2.0m 深1.2m	供用日	3.5	供用日	3.5
					バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	3.2	供用日	3.2

④ 設定条件

「路床安定処理工」の標準技術での工事積算における設定条件を表 4. 3-7 に示す。

表 4. 3-7 標準技術（石灰・セメント系固化材を用いた安定処理工）による設定条件

項目	設定条件
安定処理	
施工機種	スタビライザ(標準)
混合深さ	60cm以下
固化材100m2当り使用量(実数入力)	2.4t/100m2
混合回数	1回
飛散防止等の有無	有
タイヤローラ規格	排出ガス対策型(第1次基準値)
バックホウ規格	排出ガス対策型(第1次基準値)

⑤ 代替技術の数量

代替技術の数量は表 4. 3-8 のとおりであり、ペーパーラッジを用いた土質改良材の数量は、標準技術での固化材の数量と同量である。

表 4. 3-8 代替技術（ペーパースラッジを用いた土質改良工法）による工事数量

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
安定処理(1)	切土部	m2	3020	資材	ペーパースラッジを用いた土質改良材	製紙スラッジ焼却灰 (PS灰)	t	72.5	t	72.5
				機械稼働	軽油	1.2号	L	866.8	L	866.8
				機械減耗	タイヤローラ[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	6.9	供用日	6.9
					モータクレータ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	7.1	供用日	7.1
					スタビライザ[路床改良用]	幅2.0m 深0.6m	供用日	6.4	供用日	6.4
				バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	6.0	供用日	6.0	
安定処理(2)	盛土部	m2	1620	資材	ペーパースラッジを用いた土質改良材	製紙スラッジ焼却灰 (PS灰)	t	77.8	t	77.8
				機械稼働	軽油	1.2号	L	520.5	L	520.5
				機械減耗	タイヤローラ[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	3.7	供用日	3.7
					モータクレータ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	3.8	供用日	3.8
					スタビライザ[路床改良用]	幅2.0m 深1.2m	供用日	3.5	供用日	3.5
				バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	3.2	供用日	3.2	

⑥ 使用した二酸化炭素排出原単位

ペーパースラッジは、紙を作る時に発生する微細繊維や、紙を白くするための添加剤、インク等からなっている。これを焼却して無機化したものが焼却灰 (PS 灰) である。通常の焼却灰には、未燃炭素が 3~10%程度含まれているので、これを高温で再燃焼して未燃炭素をなくしたものがペーパースラッジを用いた土質改良材である。再焼成式のサイクロン型焼却炉の場合は、自然に再燃焼が行えるので、特に燃料を供給する必要がない。二酸化炭素の発生は、製紙のプロセスで計上されているので、ペーパースラッジを用いた土質改良材の生産に係る二酸化炭素排出原単位は「ゼロ」とした。また、輸送距離は、焼却炉から現場までの距離となるが、現場の位置によって不確定であるため、ここでは出荷の原単位は標準技術と同じ原単位を使用した。

⑦ LCI 試算結果

「路床安定処理工」の標準技術、代替技術それぞれの LCI 試算結果を表 4. 3-9 および表 4. 3-10 に示す。

表 4. 3-9 標準技術（石灰・セメント系固化工材を用いた路床安定処理工）

二酸化炭素排出量（合計）：106t

工事数量				資材・機械等の数量				環境負荷原単位										環境負荷量(kg-CO2)							
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼			
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼							
安定処理(1)	切土部	m2	3020	資材	固化工材	一般軟弱土用	t	72.5	t	72.5	その他のセメント	t	A			6.65E+02	6.58E+02	6.90E+00		48,202	47,702	500		0	
				機械稼働	軽油	1.2号	L	866.8	L	866.8	軽油	L						3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	2,626	359	22	2,244
				機械減耗	タイヤロー[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	6.9	供用日	6.9	タイヤロー運転	供用日						5.27E+01	4.66E+01	1.82E+00	0.00E+00	364	321	13	0
					モーターグレータ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	7.1	供用日	7.1	モーターグレータ運転	供用日						3.56E+01	5.61E+01	2.19E+00	0.00E+00	253	398	16	0
					スチライザ[路床改良用]	幅2.0m 深0.6m	供用日	6.4	供用日	6.4	スチライザ運転	供用日						6.80E+01	6.22E+02	2.43E+01	0.00E+00	438	4,009	157	0
					バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	6.0	供用日	6.0	バックホウ運転	供用日						4.20E+01	3.93E+01	1.54E+00	0.00E+00	251	235	9	0
				安定処理(2)	盛土部	m2	1620	資材	固化工材	発塵抑制型	t	77.8	t	77.8	その他のセメント	t	A		6.65E+02	6.58E+02	6.90E+00		51,713	51,177	536
機械稼働	軽油	1.2号	L	520.5	L	520.5	軽油	L						3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	1,577	216	13	1,348				
機械減耗	タイヤロー[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	3.7	供用日	3.7	タイヤロー運転	供用日						5.27E+01	4.66E+01	1.82E+00	0.00E+00	195	172	7	0				
	モーターグレータ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	3.8	供用日	3.8	モーターグレータ運転	供用日						3.56E+01	5.61E+01	2.19E+00	0.00E+00	136	214	8	0				
	スチライザ[路床改良用]	幅2.0m 深1.2m	供用日	3.5	供用日	3.5	スチライザ運転	供用日						8.37E+01	9.31E+02	3.64E+01	0.00E+00	289	3,219	126	0				
	バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	3.2	供用日	3.2	バックホウ運転	供用日						4.20E+01	3.93E+01	1.54E+00	0.00E+00	135	126	5	0				

表 4. 3-10 代替技術（ペーパースラッジを用いた土質改良工法）

二酸化炭素排出量（合計）：14t

工事数量				資材・機械等の数量				環境負荷原単位										環境負荷量(kg-CO2)							
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼			
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼							
安定処理(1)	切土部	m2	3020	資材	ペーパースラッジを用いた土質改良材	製紙スラッジ焼却灰(PS灰)	t	72.5	t	72.5	その他のセメント	t	A			6.90E+00	0.00E+00	6.90E+00		500	0	500		0	
				機械稼働	軽油	1.2号	L	866.8	L	866.8	軽油	L						3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	2,626	359	22	2,244
				機械減耗	タイヤロー[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	6.9	供用日	6.9	タイヤロー運転	供用日						4.84E+01	4.66E+01	1.82E+00	0.00E+00	334	321	13	0
					モーターグレータ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	7.1	供用日	7.1	モーターグレータ運転	供用日						5.83E+01	5.61E+01	2.19E+00	0.00E+00	414	398	16	0
					スチライザ[路床改良用]	幅2.0m 深0.6m	供用日	6.4	供用日	6.4	スチライザ運転	供用日						6.46E+02	6.22E+02	2.43E+01	0.00E+00	4,165	4,009	157	0
					バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	6.0	供用日	6.0	バックホウ運転	供用日						4.08E+01	3.93E+01	1.54E+00	0.00E+00	244	235	9	0
				安定処理(2)	盛土部	m2	1620	資材	ペーパースラッジを用いた土質改良材	製紙スラッジ焼却灰(PS灰)	t	77.8	t	77.8	その他のセメント	t	A		6.90E+00	0.00E+00	6.90E+00		536	0	536
機械稼働	軽油	1.2号	L	520.5	L	520.5	軽油	L						3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	1,577	216	13	1,348				
機械減耗	タイヤロー[排出ガス対策型(第1次基準値)]	質量 8~20t	供用日	3.7	供用日	3.7	タイヤロー運転	供用日						4.84E+01	4.66E+01	1.82E+00	0.00E+00	179	172	7	0				
	モーターグレータ[油圧式]	プレート幅3.1m	供用日	3.8	供用日	3.8	モーターグレータ運転	供用日						5.83E+01	5.61E+01	2.19E+00	0.00E+00	222	214	8	0				
	スチライザ[路床改良用]	幅2.0m 深1.2m	供用日	3.5	供用日	3.5	スチライザ運転	供用日						9.68E+02	9.31E+02	3.64E+01	0.00E+00	3,345	3,219	126	0				
	バックホウ[クローラ型・クレーン機能付き]	排ガス型(第1次) 山積 0.45m3 2.9t吊	供用日	3.2	供用日	3.2	バックホウ運転	供用日						4.08E+01	3.93E+01	1.54E+00	0.00E+00	131	126	5	0				

⑧ 比較対象工種の実環境負荷

比較対象工種の二酸化炭素排出量を図 4. 3-11 および図 4. 3-12 に示す。

- ・ 路床安定処理工の二酸化炭素排出量のうち、固化材からの排出が大部分を占める。
- ・ 代替技術では 92t-CO<sub>2</sub> の環境負荷量が減少。

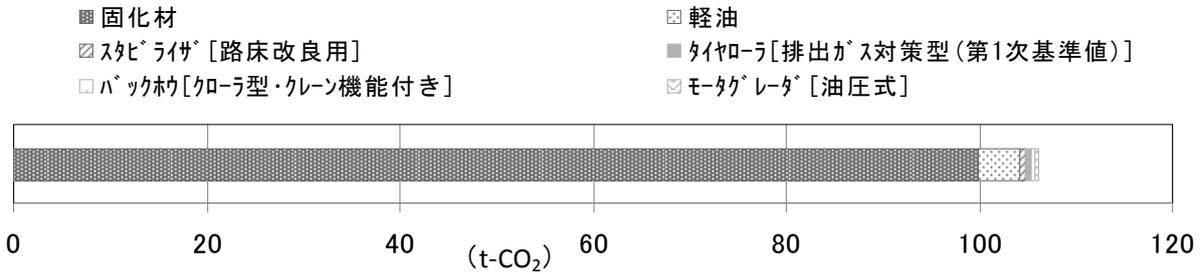


図 4. 3-11 標準技術：石灰・セメント系固化材を用いた路床安定処理工の二酸化炭素排出量

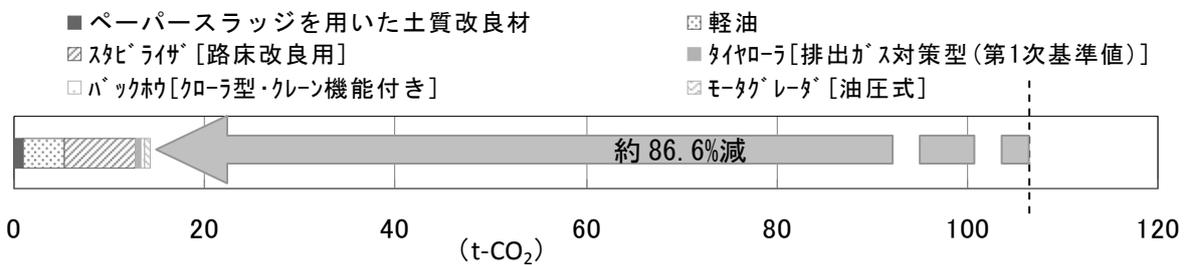


図 4. 3-12 代替技術ペーパースラッジを用いた土質改良工法の二酸化炭素排出量

⑨ 路床安定処理工の二酸化炭素排出量シェア

道路改良工事における標準技術と代替技術の二酸化炭素比率を図 4. 3-13 に示す。

- ・ 路床安定処理工の二酸化炭素排出量は道路改良工事全体の約 14% を占める。
- ・ 代替技術による環境負荷の削減量は全体の約 12.5% に相当。

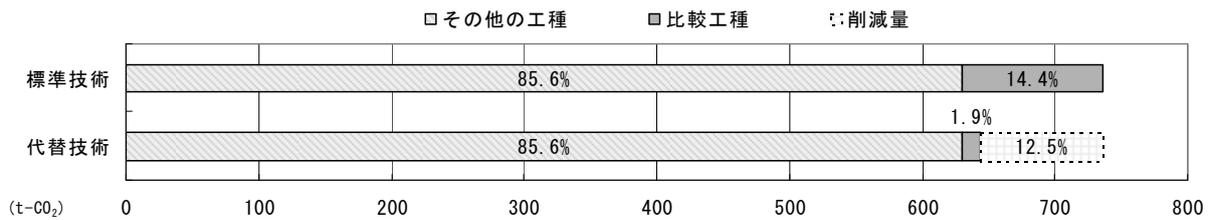


図 4. 3-13 道路改良工事における標準技術（石灰・セメント系固化材を用いた路床安定処理工）と代替技術（ペーパースラッジを用いた土質改良工法）の二酸化炭素比率

⑩ 工種別の環境負荷

標準技術、代替技術での路床安定処理工の二酸化炭素排出量を図 4. 3-14 に示す。

なお、路床安定処理工以外の工種の環境負荷量は標準施工（積算基準）による。

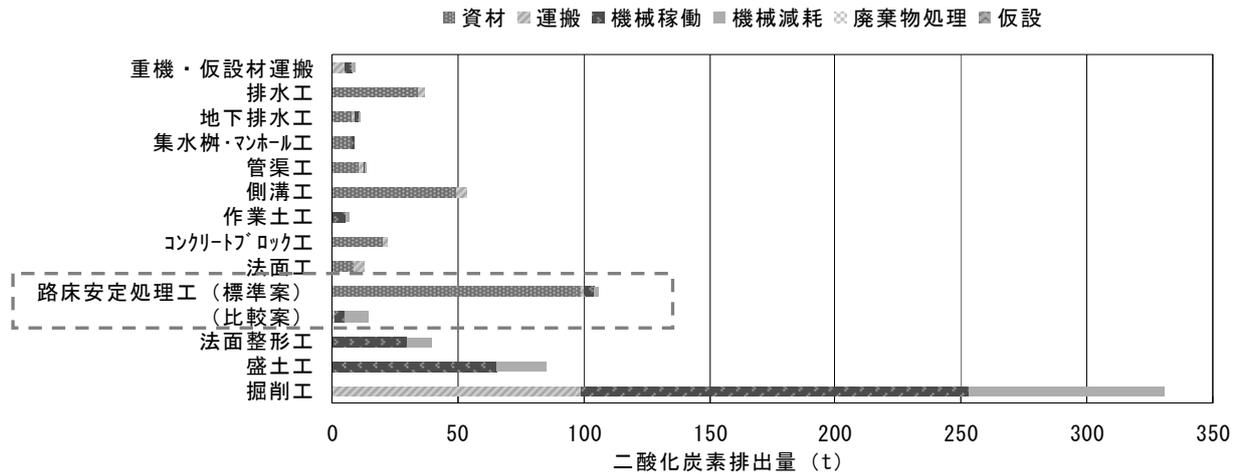


図 4. 3-14 工種別二酸化炭素排出量

⑪ 試算にあたっての留意事項、LCI 計算手法への意見

この試算では、ペーパーセラミック焼却灰 (PS 灰) の運搬距離を標準技術と同一としたが、ペーパーセラミック焼却灰 (PS 灰) の発地は焼却炉となり、運搬距離は現場の位置によって異なってくる。また、ペーパーセラミック焼却灰 (PS 灰) の運搬は 25 t パッカー車となり、標準技術の石灰・セメント系固化材の場合と異なる。

したがって、具体的な地点が明示されていないと、出荷の原単位を算出することが難しい。

(3) 橋梁下部（鋼橋）

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-11 および図 4. 3-15 に示す。

表 4. 3-11 橋梁下部（鋼橋）・工事概要

道路種別	自動車専用道路（1種2級）
橋長	371.5m
車線数	4車線（片側2車線）
全幅員	23.5m
橋種	鋼橋（10径間連続非合成鈹桁橋）
代表工種	場所打杭工、橋脚躯体工、作業土工、橋梁附属物工、 工事用道路工、土留・仮締切工 等

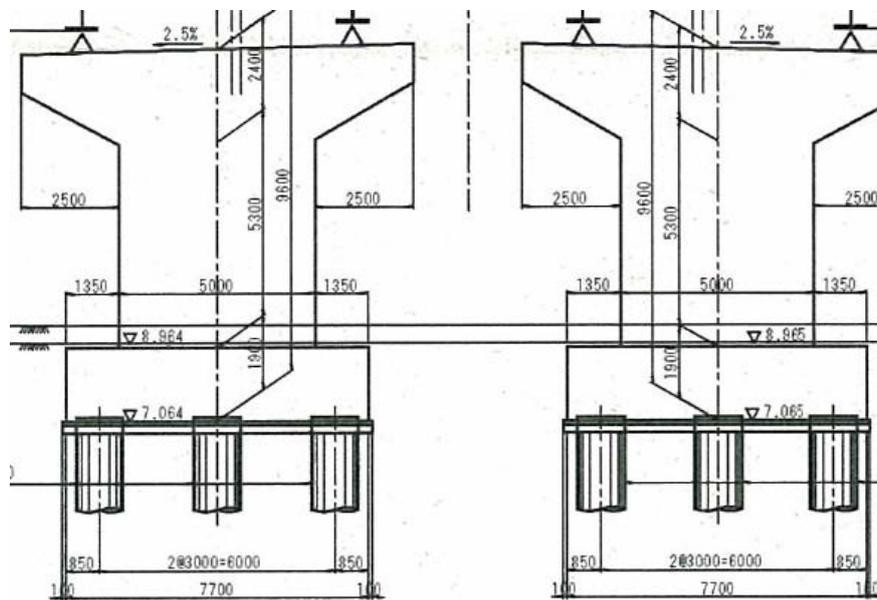


図 4. 3-15 橋梁（下部）・標準横断面図

② 環境負荷量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- ・ 本工事による二酸化炭素排出量は約 830 トンと試算。
- ・ 資材の環境負荷量のシェアが高い。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-16 および図 4. 3-17 に示す。

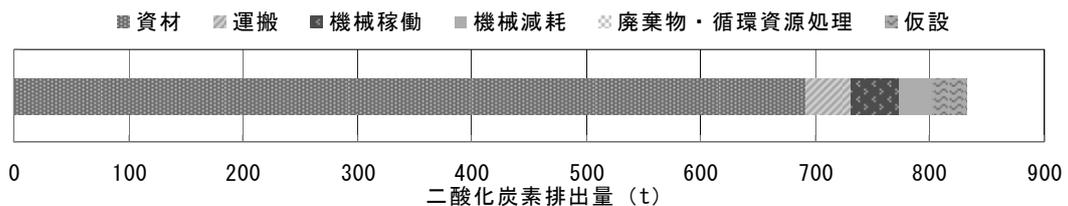


図 4. 3-16 二酸化炭素排出量（工事計）

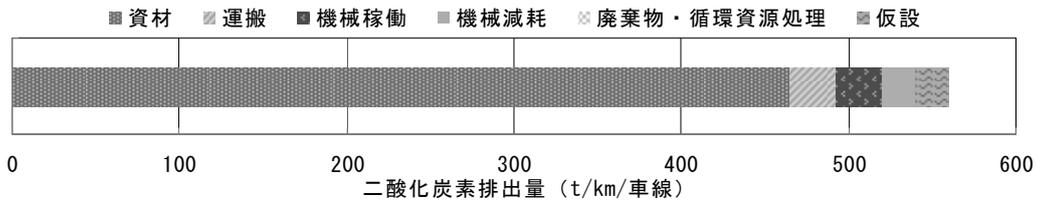


図 4. 3-17 二酸化炭素排出量（車線キロ当り）

イ. 工種別の環境負荷量

・コンクリートの使用量が多い場所打杭工および橋脚躯体工の環境負荷量が多い。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-18 および図 4. 3-19 に示す

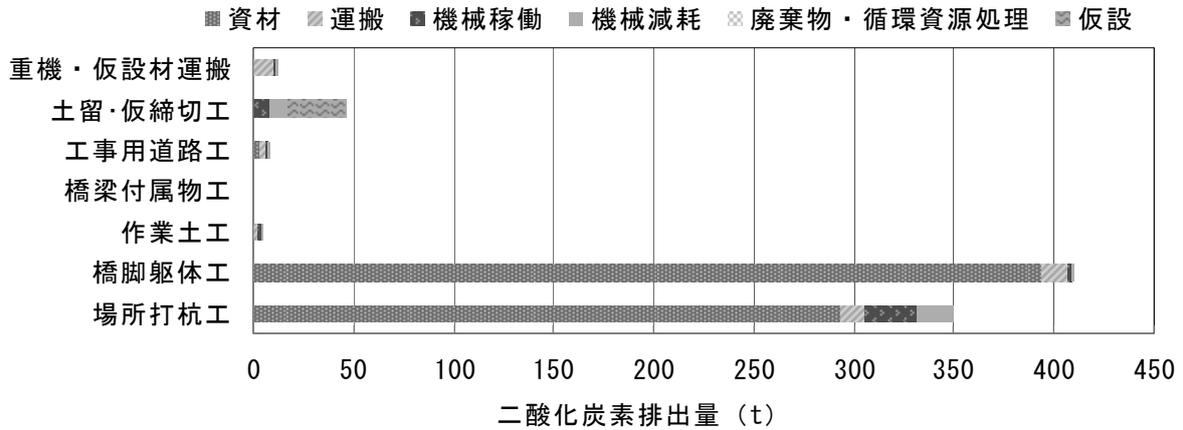


図 4. 3-18 工種別の二酸化炭素排出量

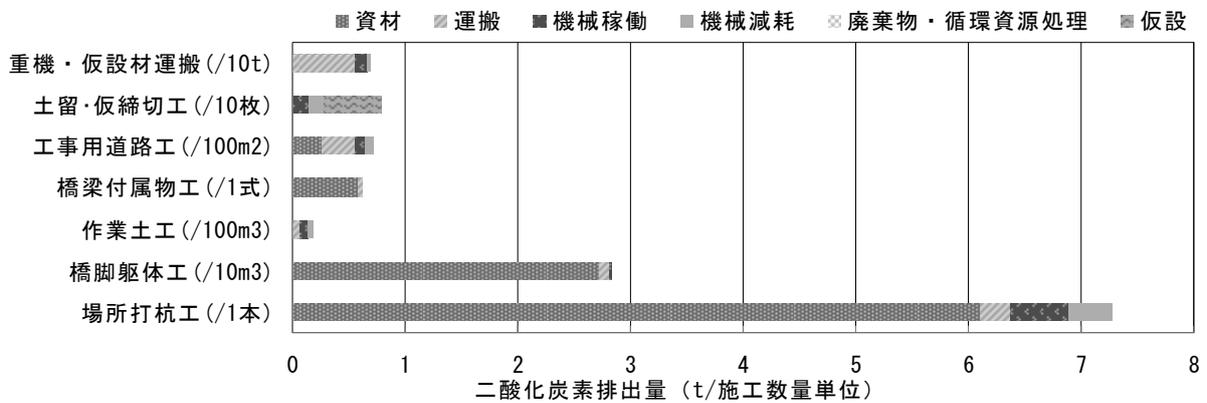


図 4. 3-19 施工数量当りの二酸化炭素排出量（参考）

ウ. 資材品目別の環境負荷量

・コンクリートと鉄筋の環境負荷量がほとんどである。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-20 に示す。

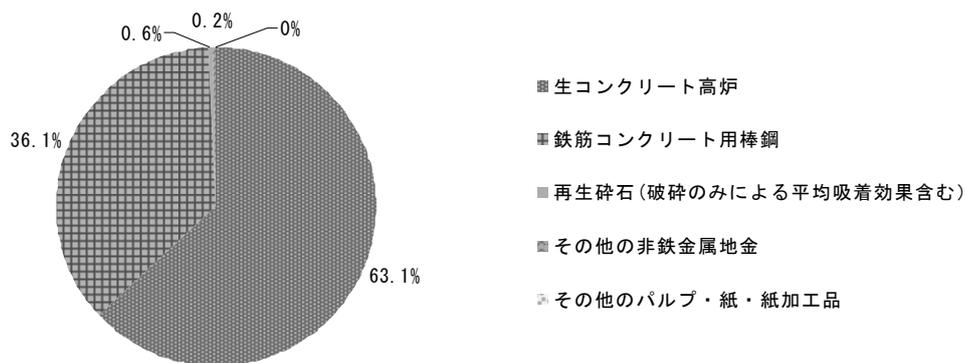


図 4. 3-20 資材品目別の二酸化炭素排出量

エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

掘削機、杭打ち機、クレーンの環境負荷が大きい。

運搬・建設機械の二酸化炭素排出量を図 4. 3-21 に示す。

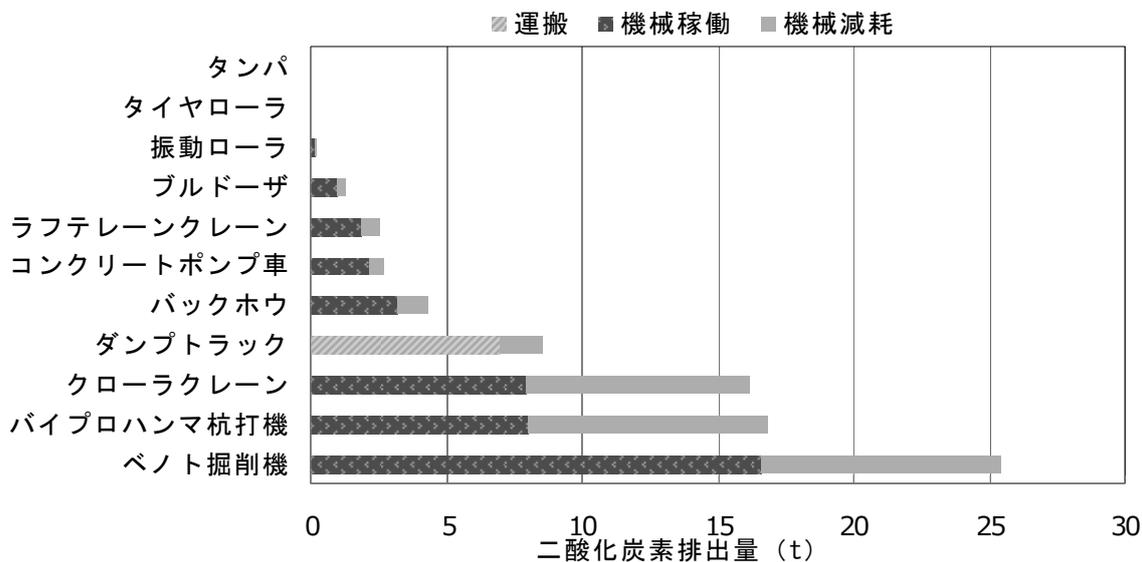


図 4. 3-21 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- ・ みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量はごくわずか。
- ・ 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 5%に相当。
- ・ 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 1%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-22 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-12、表 4. 3-13、表 4. 3-14 示す。

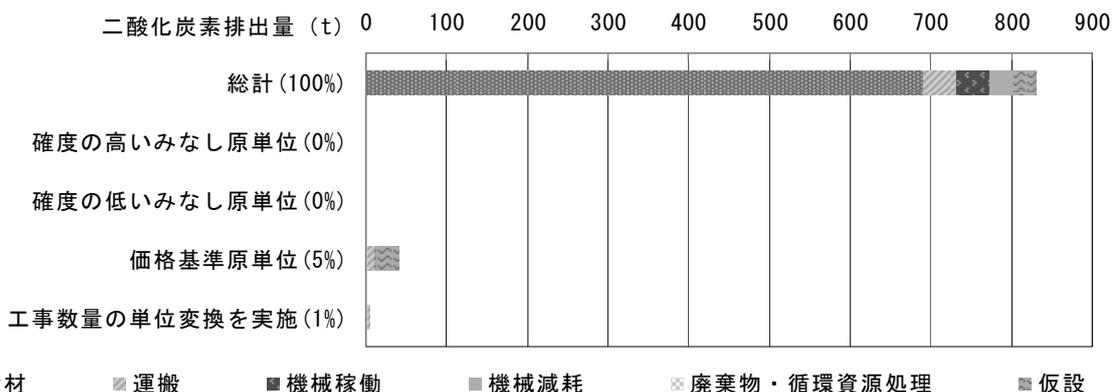


図 4. 3-22 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-12 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
積み込み・取卸し費(仮設材等)		千円	523	道路貨物輸送 (除自家輸送)	千円	A
処分費	無筋コンクリート殻	千円	68	再生資源回収・加工処理	千円	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-13 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位名
銘板	鋳鉄用銅合金600×400	千円	202	その他の非鉄金属地金
運搬費等率206%		千円	865	道路貨物輸送 (除自家輸送)
運搬費等率273%		千円	727	道路貨物輸送 (除自家輸送)
仮設材の運賃料金	鋼材の運送に関わる運賃料金	千円	533	道路貨物輸送 (除自家輸送)
積み込み・取卸し費(仮設材等)		千円	523	道路貨物輸送 (除自家輸送)
処分費	無筋コンクリート殻	千円	68	再生資源回収・加工処理
鋼矢板(本矢板)	3型(60kg/m)	千円	840	鋼製矢板
鋼矢板(本矢板)	修理費及び損耗費	千円	2,948	鋼製矢板

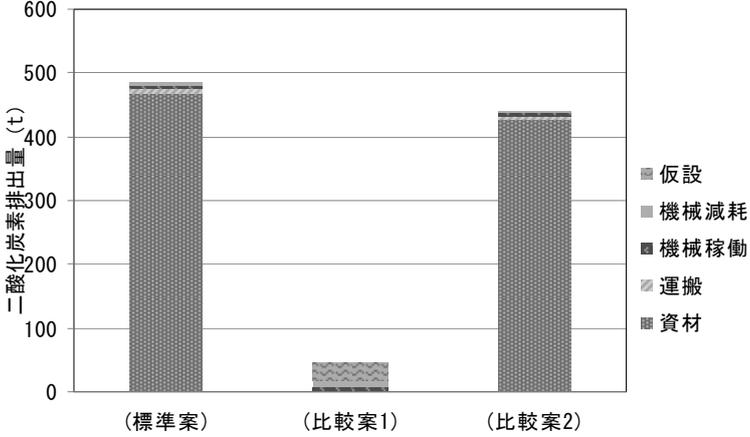
表 4. 3-14 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数			環境負荷原単位		
						単位	係数	依拠詳細	原単位名	単位	
φ175管	φ175	m	23	t	0.035	t/m	0.002	メーカー・協会資料等	http://www.fujimori.co.jp/kenzai_01/syohuin/setsubi/fujiboido.html	その他のバルブ・紙・紙加工品	t
φ200管	φ200	m	36	t	0.069	t/m	0.002	メーカー・協会資料等	http://www.fujimori.co.jp/kenzai_01/syohuin/setsubi/fujiboido.html	その他のバルブ・紙・紙加工品	t
再生カッター	RC-40	m3	269	t	548.352	t/m3	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案) (国総研)	再生砕石(破砕のみによる平均吸着効果含む)	t

(4) 橋梁下部（鋼橋）の比較事例：鋼矢板引抜、幅広鋼矢板残置による土留・仮締切

注) 一般的な事例ではない。

① 代替技術概要

代替技術 の名称	代替技術 1：鋼矢板引抜による土留・仮締切 代替技術 2：幅広型鋼矢板残置による土留・仮締切
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板等の仮設資材は、引抜きが困難な場合は残置することがある。</li> <li>鋼矢板を引抜きした場合、残置した場合の二酸化炭素排出量を比較する。引抜きすることで、建設機械の稼働は増えるが、鋼矢板を使い回せるため、二酸化炭素削減につながる。</li> <li>また、広幅型鋼矢板を使用した場合との比較を行う。</li> </ul> 
標準技術 (従来工 法等)	標準技術：普通鋼矢板残置による土留・仮締切
LCI 試算 結果	<p>代替技術 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板を仮設資材として転用することにより、資材として埋め殺す場合に比べて 447 t-CO<sub>2</sub> が削減される。</li> <li>鋼矢板引抜のため機械稼働時間が 74% 増加し、7 t-CO<sub>2</sub> 増加した。 →代替技術を用いることによる二酸化炭素削減量は、440t-CO<sub>2</sub> 削減であった。</li> </ul> <p>代替技術 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>鋼矢板を幅広型にして埋め殺す場合、43 t-CO<sub>2</sub> が削減される。</li> <li>機械稼働時間が 16% 減少し、2 t-CO<sub>2</sub> 削減した。 →代替技術を用いることによる二酸化炭素削減量は、45t-CO<sub>2</sub> 削減であった。</li> </ul> 
備考	NETIS 登録 幅広型鋼矢板 (KT-980158)

② 全工種及び代替技術との比較対象工種

橋梁下部工の全工種を表 4. 3-15 に示す。なお、比較対象とする「土留・仮締切工」は網がけで示した。

表 4. 3-15 全工種及び代替技術との比較対象工種

工事区分・工種・種別・細別	規格
場所打杭工 Y3PU8	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PU8	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 180
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y3PD9	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PD9	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 180
場所打杭工 Y3PU9	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PU9	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 170
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y3PD10	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PD10	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 175
場所打杭工 Y4PU1	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PU1	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 185
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y4PD1	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PD1	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 185
場所打杭工 Y4PU2	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PU2	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 185
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y4PD2	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PD2	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ 185
橋梁付属物工	
銘板工	
銘板設置	600×400
工事用道路工	
工事用道路盛土	
敷砂利	RC-40 敷厚 200mm
土留・仮締切工	
鋼矢板	Ⅲ型 鋼矢板長さ 10.0 m
鋼矢板	Ⅲ型 鋼矢板長さ 9.5 m
運搬費	
重建設機械分解組立輸送費	
仮設材運搬費	

③ 比較対象工種の数量

橋梁下部工のうち、「土留・仮締切工」の標準技術（普通鋼矢板残置）での工事数量を表 4. 3-16 に例示する。

表 4. 3-16 標準技術（普通鋼矢板引抜）による工事数量

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
鋼矢板	III型 鋼矢板 長さ 10 m	枚	296	機械稼働	軽油	1.2号	L	756	L	756
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラチェスジフ]	50~55t吊	供用日	12.3	供用日	12.3
					パイプロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9~480.5kN60kW	供用日	12.3	供用日	12.3
	資材	鋼矢板(本矢板)	3型(60kg/m)	枚	296.0	t	177.60			
	III型 鋼矢板 長さ 9.5 m	枚	298	機械稼働	軽油	1.2号	L	761	L	761
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラチェスジフ]	50~55t吊	供用日	12.3	供用日	12.3
パイプロハンマ(単体)[電動式・普通型]					460.9~480.5kN60kW	供用日	12.3	供用日	12.3	
資材				鋼矢板(本矢板)	3型(60kg/m)	枚	298.0	t	169.86	

④ 設定条件

「橋脚躯体工」のうち、「土留・仮締切工」の標準技術（普通鋼矢板残置）での工事積算における設定条件を表 4. 3-17 に例示する。

表 4. 3-17 標準技術（普通鋼矢板引抜）による設定条件

項目	設定条件
鋼矢板	
鋼矢板型式	III型
鋼矢板長さ	9.5m, 10m
引抜工法	
打込費	パイプロハンマによる鋼矢板打込枚
油圧圧入費	計上しない
導杭打込費	計上しない
ガス切断費	計上しない
パイプロハンマによる鋼矢板打込	
施工場所	陸上
パイプロハンマの規格	電動式
鋼矢板型式	III型
鋼矢板打込長(電動式パイプロハンマ)	10m以下

⑤ 代替技術の数量

代替技術の数量を表 4. 3-18 および表 4. 3-19 に示す。国土交通省土木工事積算基準の6章仮設工①鋼矢板（H形鋼）工（パイプロハンマ工・油圧圧入引抜工）の歩掛を参考に数量を算定した。

表 4. 3-18 代替技術 1 (普通鋼矢板引抜) による工事数量

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
鋼矢板	III型 鋼矢板 長さ 10 m	枚	296	機械稼働	軽油	1.2号	L	1,316	L	1,316
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラチェスジフ]	50~55t吊	供用日	21.3	供用日	21.3
					ハイプロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9~480.5kN60kW	供用日	21.3	供用日	21.3
				仮設	鋼矢板(本矢板)	修理費及び損耗費	千円	1,505	千円	1,505
	3型(60kg/m)	千円	418			千円	418			
	III型 鋼矢板 長さ 9.5 m	枚	298	機械稼働	軽油	1.2号	L	1,325	L	1,325
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラチェスジフ]	50~55t吊	供用日	21.5	供用日	21.5
ハイプロハンマ(単体)[電動式・普通型]					460.9~480.5kN60kW	供用日	21.5	供用日	21.5	
仮設				鋼矢板(本矢板)	修理費及び損耗費	千円	1,443	千円	1,443	
	3型(60kg/m)	千円	421		千円	421				

表 4. 3-19 代替技術 2 (幅広型鋼矢板残置) による工事数量

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
鋼矢板	IIIw型 鋼矢板 長さ 10 m	枚	198	機械稼働	軽油	1.2号	L	637	L	637
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラチェスジフ]	50~55t吊	供用日	10.3	供用日	10.3
					ハイプロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9~480.5kN60kW	供用日	10.3	供用日	10.3
				資材	鋼矢板(本矢板)	3w型(81.6kg/m)	枚	198.0	t	161.57
	IIIw型 鋼矢板 長さ 9.5 m	枚	199	機械稼働	軽油	1.2号	L	508	L	508
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラチェスジフ]	50~55t吊	供用日	10.4	供用日	10.4
					ハイプロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9~480.5kN60kW	供用日	10.4	供用日	10.4
資材				鋼矢板(本矢板)	3w型(81.6kg/m)	枚	199.0	t	154.26	

⑥ 使用した二酸化炭素排出原単位

国土政策技術総合研究所の原単位を使用した。

⑦ LCI 試算結果

「土留・仮締切工」の標準技術、代替技術(2案)それぞれのLCI試算結果を表4.3-20、表4.3-21および表4.3-22に示す。

表 4. 3-20 標準技術（従来工法：普通鋼矢板残置）

二酸化炭素排出量（合計）：486t

工事数量		資材・機械等の数量						環境負荷原単位						環境負荷量(kg-CO2)										
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	単位変換後		名称	単位	みなし値 (水準)	金額 評価	備考	原単位										
							数量	単位						合計	生産	出荷	燃焼							
鋼矢板	III型 鋼矢板 長さ 10 m	枚	296	機械稼働	軽油	1.2号	L	756	L	756	軽油	L			3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	2.289	313	19	1.957		
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラジスジブ]	50"55t吊	供用日	12.3	供用日	12.3	クローラークレーン運転	供用日					1.89E+02				2.321			
					ハイドロハンマ[単体][電動式・普通型]	460.9"480.5kN60kW	供用日	12.3	供用日	12.3	ハイドロハンマ(単体)	供用日					1.71E+01				209			
				資材	鋼矢板(本矢板)	3型(60kg/m)	枚	296.0	t	177.6	鋼製矢板(資材)	t			資材		1.37E+03	1.35E+03	2.13E+01		243.404	239.626	3.778	0
	III型 鋼矢板 長さ 9.5 m	枚	298	機械稼働	軽油	1.2号	L	761	L	761	軽油	L			3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	2.304	315	19	1.970		
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラジスジブ]	50"55t吊	供用日	12.3	供用日	12.3	クローラークレーン運転	供用日					1.89E+02				2.337			
					ハイドロハンマ[単体][電動式・普通型]	460.9"480.5kN60kW	供用日	12.3	供用日	12.3	ハイドロハンマ(単体)	供用日					1.71E+01				211			
				資材	鋼矢板(本矢板)	3型(60kg/m)	枚	298.0	t	169.9	鋼製矢板(資材)	t			資材		1.37E+03	1.35E+03	2.13E+01		232.796	229.183	3.613	0

表 4. 3-21 代替技術 1 (提案工法 : 普通鋼矢板引抜)

二酸化炭素排出量 (合計) : 46t

工事数量				資材・機械等の数量						環境負荷原単位										環境負荷量 (kg-CO2)					
区分・工程・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし値 (水準)	金額 評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼			
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼							
鋼矢板	III型 鋼矢板 長さ 10 m	枚	296	機械稼働	軽油	1.2号	L	1,316	L	1,316	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	3,987	546	34	3,408		
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラジシブ]	50*55t吊	供用日	21.3	供用日	21.3	クローラークレーン運転	供用日					1.89E+02	1.79E+02	7.00E+00	0.00E+00	4,043	3,821	149	0	
					パイロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9*480.5kN60kW	供用日	21.3	供用日	21.3	パイロハンマ(単体)	供用日					1.71E+01				365				
				仮設	鋼矢板(本矢板)	修理費及び損耗費	千円	1,505	千円	1,505	鋼製矢板(仮設材)	千円				○	仮設	7.75E+00				11,665	0	0	0
						3型(60kg/m)	千円	418	千円	418	鋼製矢板(仮設材)	千円				○	仮設	7.75E+00				3,243	0	0	0
鋼矢板	III型 鋼矢板 長さ 9.5 m	枚	298	機械稼働	軽油	1.2号	L	1,325	L	1,325	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	4,014	549	34	3,431		
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラジシブ]	50*55t吊	供用日	21.5	供用日	21.5	クローラークレーン運転	供用日					1.89E+02	1.79E+02	7.00E+00	0.00E+00	4,070	3,847	150	0	
					パイロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9*480.5kN60kW	供用日	21.5	供用日	21.5	パイロハンマ(単体)	供用日					1.71E+01				367				
				仮設	鋼矢板(本矢板)	修理費及び損耗費	千円	1,443	千円	1,443	鋼製矢板(仮設材)	千円				○	仮設	7.75E+00				11,182	0	0	0
						3型(60kg/m)	千円	421	千円	421	鋼製矢板(仮設材)	千円				○	仮設	7.75E+00				3,266	0	0	0

表 4. 3-22 代替技術 2 (提案工法 : 幅広型鋼矢板残置)

二酸化炭素排出量 (合計) : 441t

工事数量				資材・機械等の数量						環境負荷原単位										環境負荷量 (kg-CO2)					
区分・工程・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし値 (水準)	金額 評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼			
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼							
鋼矢板	IIIw型 鋼矢板 長さ 10 m	枚	198	機械稼働	軽油	1.2号	L	637	L	637	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	1,930	264	16	1,649		
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラジシブ]	50*55t吊	供用日	10.3	供用日	10.3	クローラークレーン運転	供用日					1.89E+02				1,957				
					パイロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9*480.5kN60kW	供用日	10.3	供用日	10.3	パイロハンマ(単体)	供用日					1.71E+01				177				
				資材	鋼矢板(本矢板)	3w型(81.6kg/m)	枚	198.0	t	161.6	鋼製矢板(資材)	t					資材	1.37E+03	1.35E+03	2.13E+01		221,432	217,995	3,437	0
鋼矢板	IIIw型 鋼矢板 長さ 9.5 m	枚	199	機械稼働	軽油	1.2号	L	508	L	508	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	1,539	211	13	1,315		
				機械減耗	クローラークレーン[油圧駆動ウインチ・ラジシブ]	50*55t吊	供用日	10.4	供用日	10.4	クローラークレーン運転	供用日					1.89E+02				1,966				
					パイロハンマ(単体)[電動式・普通型]	460.9*480.5kN60kW	供用日	10.4	供用日	10.4	パイロハンマ(単体)	供用日					1.71E+01				177				
				資材	鋼矢板(本矢板)	3w型(81.6kg/m)	枚	199.0	t	154.3	鋼製矢板(資材)	t					資材	1.37E+03	1.35E+03	2.13E+01		211,423	208,142	3,281	0

### ⑧ 比較対象工種の実環境負荷

比較対象工種の実環境負荷を図 4. 3-23、図 4. 3-24 および図 4. 3-25 に示す。

- ・ 土留・仮締切工の実環境負荷のうち、鋼製矢板からの排出が大部分を占める。
- ・ 代替技術 1 では鋼製矢板の実環境負荷が大幅に減少（仮設資材扱いに変更）。
- ・ 代替技術 2 では鋼製矢板の実環境負荷が減少（単位当たりの重量減少）

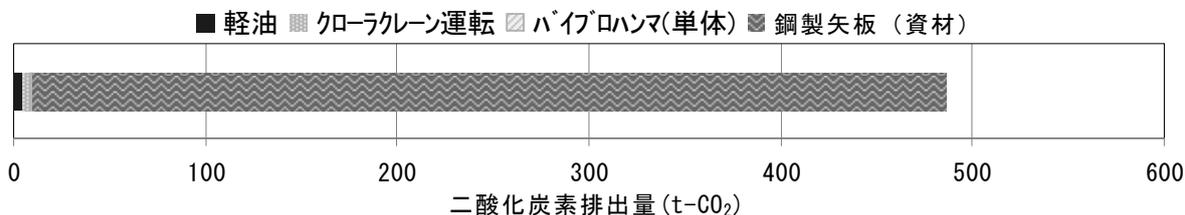


図 4. 3-23 標準技術：普通鋼矢板残置による土留・仮締切工の実環境負荷

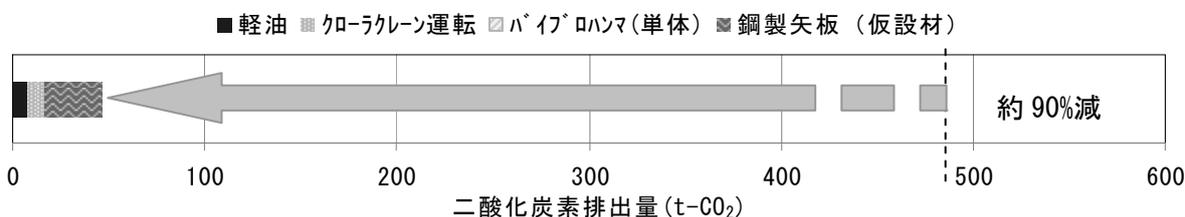


図 4. 3-24 代替技術 1：普通鋼矢板引抜による土留・仮締切工の実環境負荷



図 4. 3-25 代替技術 2：幅広型鋼矢板残置による土留・仮締切工の実環境負荷

### ⑨ 土留・仮締切工の実環境負荷シェア

土留・仮締切工の実環境負荷を図 4. 3-26 に示す。

- ・ 土留・仮締切工の実環境負荷は橋梁下部工全体の約 38% を占める。
- ・ 代替技術 1 による環境負荷の削減量は全体の約 35% に相当。代替技術 2 では全体の約 4% に相当。

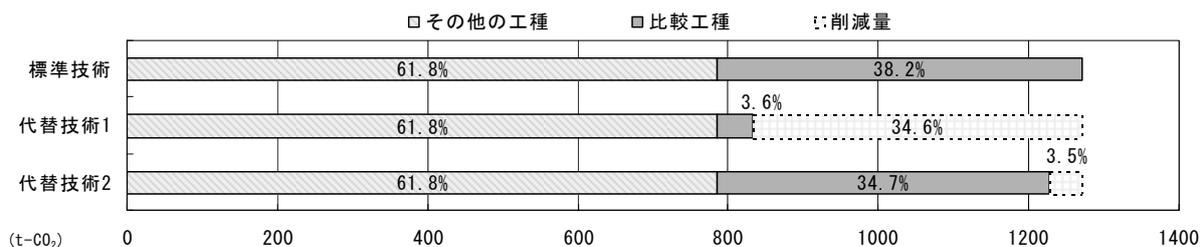


図 4. 3-26 橋梁下部工における標準技術（普通鋼矢板残置）と代替技術 1（普通鋼矢板引抜）と代替技術 2（幅広型鋼矢板残置）の比較

⑩ 工種別の環境負荷量

標準技術、代替技術での土留・仮締切工の二酸化炭素排出量を図 4. 3-27 に示す。なお、土留・仮締切工以外の工種の環境負荷量は標準施工（積算基準）による。

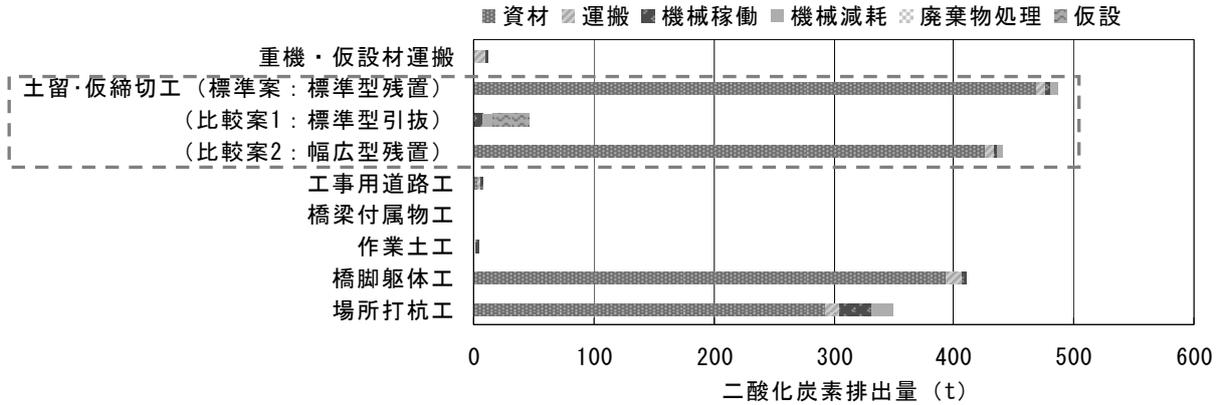


図 4. 3-27 工種別二酸化炭素排出量

⑪ 試算にあたっての留意事項、LCI 計算手法への意見

(施工レベルでの算出時の原単位について)

- ・金額あたりの排出量については使用した場合、施工業者による単価差で排出量に差が出る事が予想される。

(5) トンネル(NATM)

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-23 および図 4. 3-28 に示す。

表 4. 3-23 トンネル (NATM) ・工事概要

道路種別	自動車専用道路 (1 種 3 級)
施工延長	2,270m
車線数	2 車線 (片側 1 車線)
全幅員	10.5m
代表工種	掘削工、支保工、掘削補助工、インバート工、覆工、坑内付帯工、坑門工、仮設工 等 ※ 舗装工は含まれない

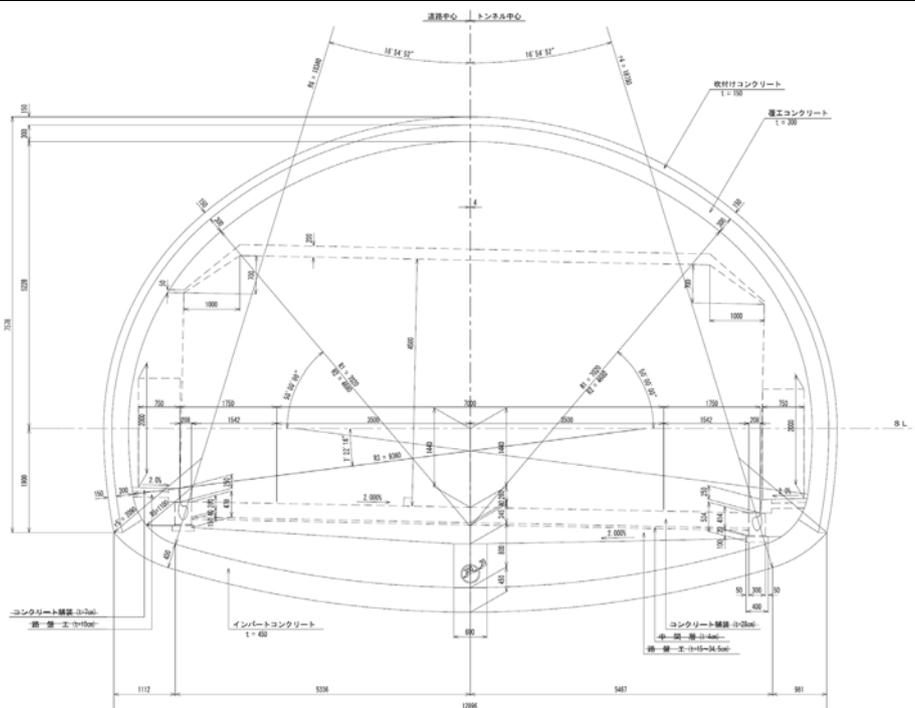


図 4. 3-28 トンネル (NATM) ・標準横断面図 (DI-b 断面)

② 環境負荷量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- 本工事による二酸化炭素排出量は約 1.2 万トンと試算。
- 資材 (約 75%) および機械稼働 (稼働、減耗を合わせて約 15%) の環境負荷量が大きい。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-29 および図 4. 3-30 に示す。



図 4. 3-29 二酸化炭素排出量 (工事計)

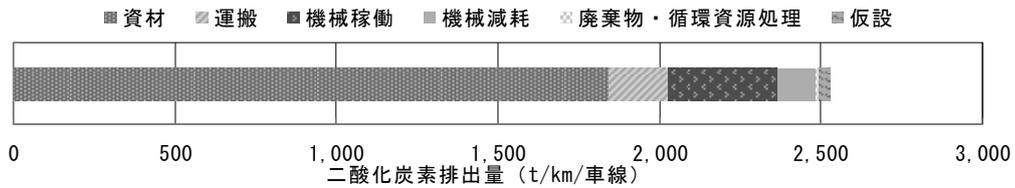


図 4. 3-30 二酸化炭素排出量（車線キロ当り）

イ. 工種別の環境負荷量

- セメントの使用量が多い吹付工、コンクリートの使用量が多い覆工・インバート工、鋼材を使用する支保工の環境負荷量が多い。
- 鋼製支保工は鋼材の使用が多いため資材の二酸化炭素排出量が多い。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-31 および図 4. 3-32 に示す。

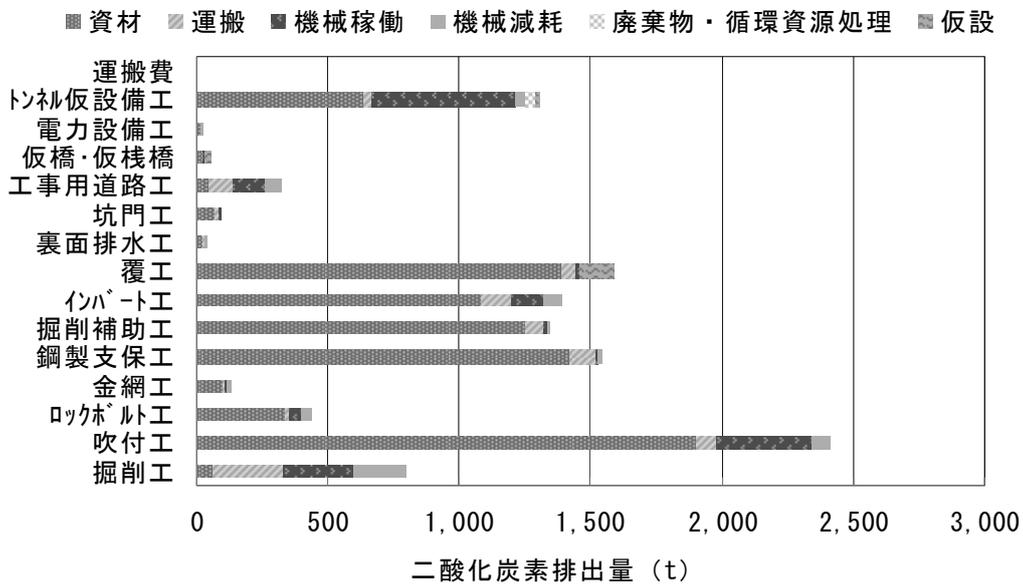


図 4. 3-31 工種別の二酸化炭素排出量

(参考) 工事数量当りの環境負荷量

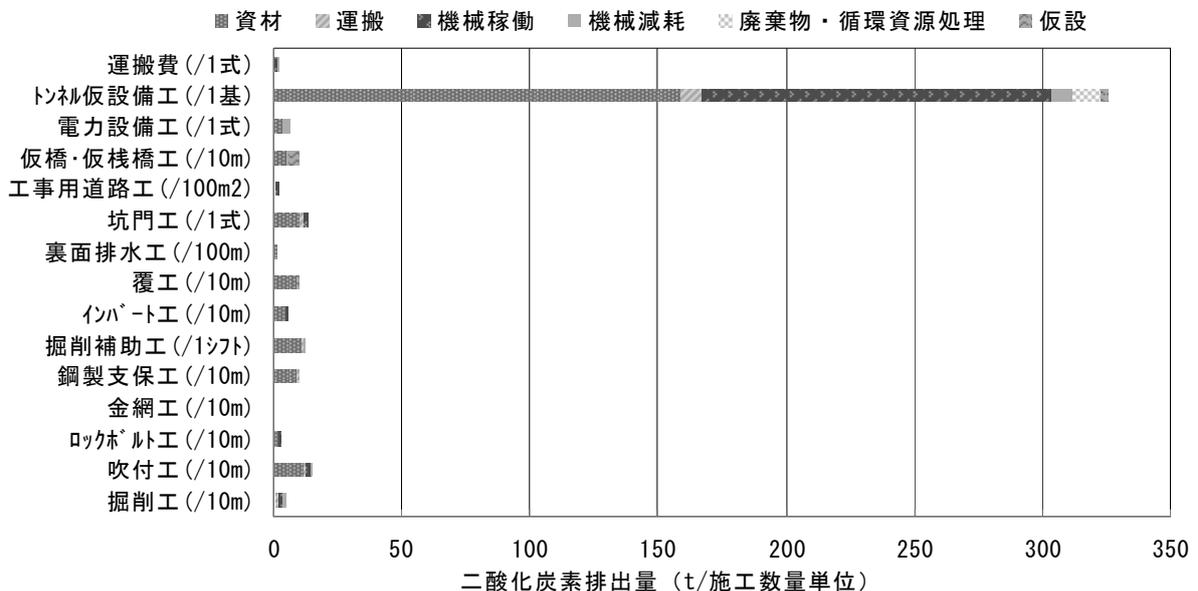


図 4. 3-32 施工数量当りの二酸化炭素排出量

ウ. 資材品目別の環境負荷量

- ・ 生コンクリート、セメント、鋼材の環境負荷量が多く、全体の約7割を占める。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-33 に示す。

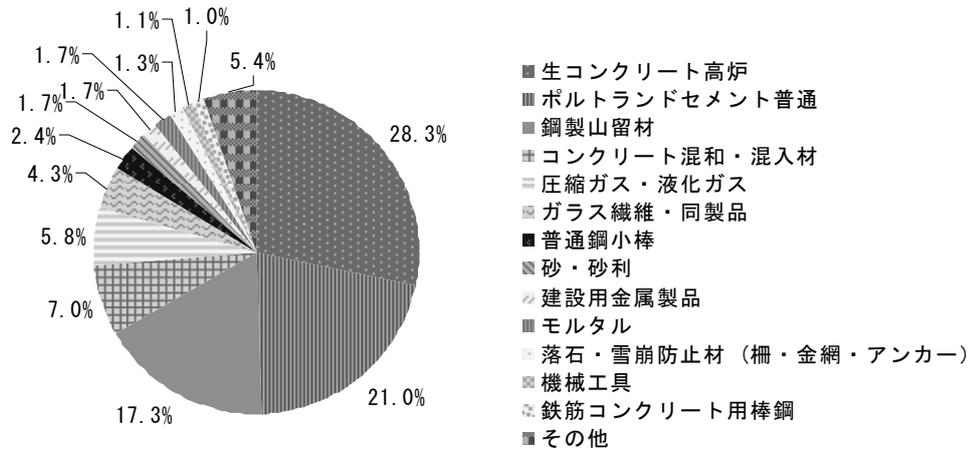


図 4. 3-33 資材品目別の二酸化炭素排出量

エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

- ・ ダンプトラック、バックホウなど、運搬・掘削機械の環境負荷が大きい。
- ・ 軟岩、砂質土などを想定しているが、岩質によってはバックホウ、大型ブレーカ、自由断面トンネル掘削機、ドリルジャンボの機械稼働及び減耗に係る二酸化炭素排出量は変動するものと考えられる。

運搬・建設機械の二酸化炭素排出量を図 4. 3-34 に、大型ブレーカの写真を図 4. 3-35 に示す。

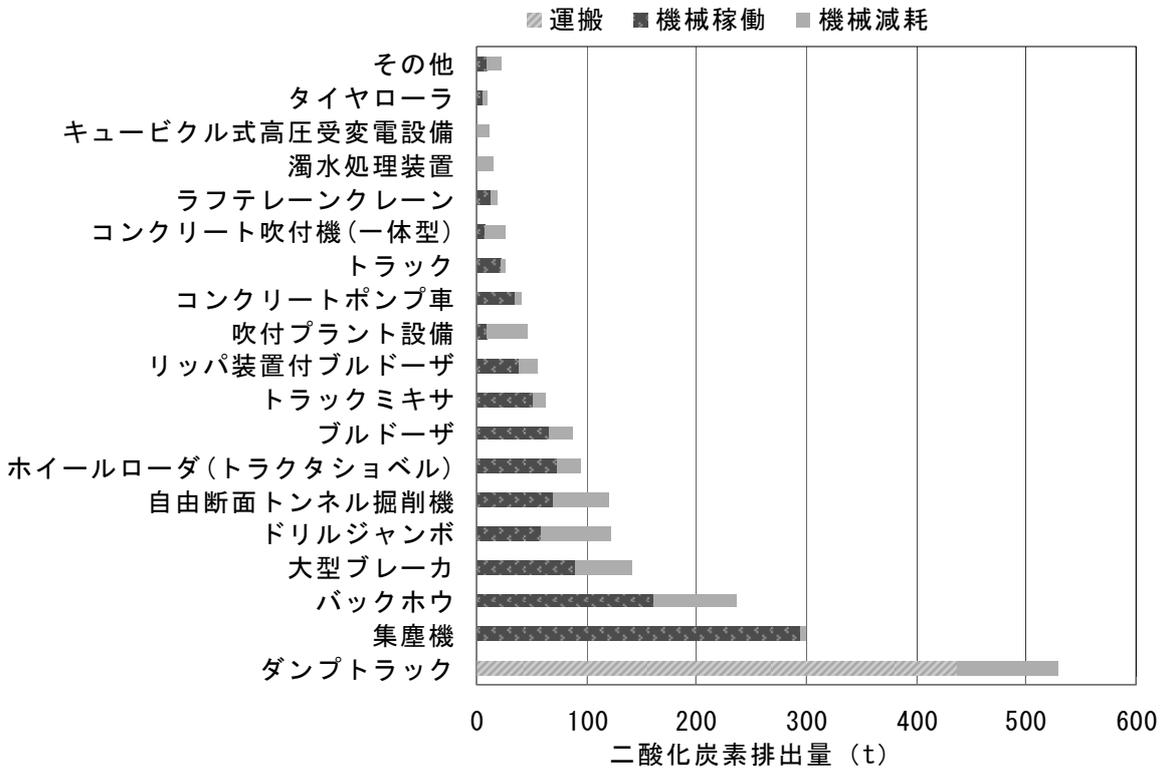


図 4. 3-34 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量



図 4. 3-35 大型ブレーカ

出典：国土交通省北陸地方整備局 HP

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約 7%、確度の低いみなし原単位のものが全体の 1%に相当。
- 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 9%に相当。
- 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 7%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-36 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-24、表 4. 3-25 および表 4. 3-26 示す。

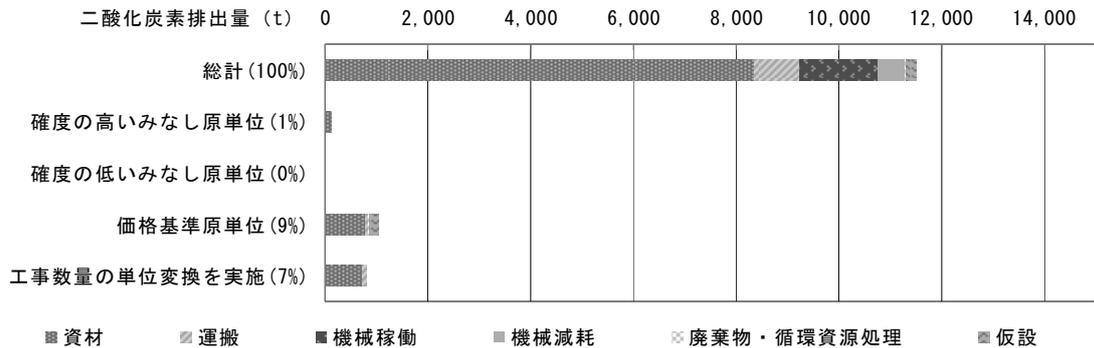


図 4. 3-36 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-24 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
コーキング材		千円	195	接着剤	千円	A
コンクリート用骨材砕石	15-5mm	m <sup>3</sup>	3,261	再生砕石(破碎のみによる平均吸着効果含む)	t	A
セメント系注入材	セメント系急硬性混和剤使用	L	86,396	コンクリート 混和・混入材	t	A
トンネル用ケーブル支持具	TA85	千円	580	配線器具	千円	B
ライフチューブ	LIT76	千円	4,896	建設用金属製品	千円	A
暗渠排水材	30×300	千円	2,012	排水管・排砂管	千円	B
急結剤		kg	5,361	コンクリート 混和・混入材	t	A
急結剤		kg	132,007	コンクリート 混和・混入材	t	A
軽腕金LGA(電力規格品)	0.9f(低圧2線引通・引留)	千円	0	配線器具	千円	A
軽腕金LGA(電力規格品)	1.5f(高圧3線引通・総捨出)	千円	0	配線器具	千円	A
軽腕金LGA(電力規格品)	1.8f(高圧3線引通・総捨出)	千円	1	配線器具	千円	A
呼吸用保護具	トンネル建設工専用	千円	1,500	その他の衣服・身の回り品	千円	B

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-25 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位名
600Vビニル絶縁シールドケーブル(CT)	2RNCT3.5mm22心	千円	6	電線・ケーブル
AGP鋼管		千円	4,742	普通鋼管
GFRPチューブ	GFRP-76	千円	44,472	ガラス繊維・同製品
アンカーボルト	KSUAN	千円	35	普通鋼小棒
アンカーボルト	M10	千円	120	落石・雪崩防止材(柵・金網・アンカー)
アンカーボルト	M8	千円	12	落石・雪崩防止材(柵・金網・アンカー)
がいし(配電線用)	玉がいし100×100	千円	1	工業用陶磁器
がいし(配電線用)	高圧ピンがいし普通形大	千円	1	工業用陶磁器
がいし(配電線用)	高圧耐張がいし普通形	千円	1	工業用陶磁器
がいし(配電線用)	低圧引留がいし75×65	千円	2	工業用陶磁器
カッタービット	RM825	千円	18,610	機械工具

表 4. 3-26 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数			環境負荷原単位		
						単位	係数	依拠	依拠詳細	原単位名	単位
600Vビニル絶縁シールドケーブル	VVR(SV)100mm23心	m	50	t	0.010	t/m	0.000	建設物価	P477	電線・ケーブル	t
600Vビニル絶縁シールドケーブル	VVR(SV)38mm23心	m	940	t	0.183	t/m	0.000	建設物価	P477	電線・ケーブル	t
600Vビニル絶縁シールドケーブル	VVR(SV)5.5mm23心	m	10	t	0.002	t/m	0.000	建設物価	P477	電線・ケーブル	t
600Vビニル絶縁電線	IV38mm2	m	10	t	0.004	t/m	0.000	建設物価	P477	電線・ケーブル	t
アスファルト乳剤	PK37ライム石用	L	4,734	t	4.7	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
コンクリート用骨材砂	洗い荒目	m <sup>3</sup>	5,550	t	9,657.4	t/m <sup>3</sup>	1.740	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	砂・砂利	t
コンクリート用骨材砕石	15~5mm	m <sup>3</sup>	3,261	t	6,652.6	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	再生砕石(破砕のみによる平均吸着効果含む)	t
セメント系注込材	セメント系急硬性混和剤使用	L	86,398	t	259.2	t/L	0.003	指針等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート混和・混入材	t
モルタル	モルタル用	m <sup>3</sup>	147	t	309.1	t/m <sup>3</sup>	2.100	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	モルタル	t
鋼管小棒	L=6.0m附属品含	組	1,546	t	36.9	t/本	0.024	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>	普通鋼小棒	t
鋼管小棒	耐力176.5KN以上附属品含L=4m	組	12,989	t	206.8	t/本	0.016	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>	普通鋼小棒	t
屋外用耐リジン絶縁電線	OE22mm2	m	151	t	0.0	t/m	0.000	建設物価	P482	電線・ケーブル	t
厚鋼電線管	G28HDZ40	m	10	t	0.1	t/m	0.005	建設物価	P503	電線・ケーブル	t
厚鋼電線管	G70HDZ40	m	10	t	0.1	t/m	0.005	建設物価	P503	電線・ケーブル	t
硬質塩化ビニル管	VP100	m	32	t	0.1	t/m	0.003	建設物価	P592	塩化ビニル樹脂	t
購入土		m <sup>3</sup>	94	t	169.9	t/m <sup>3</sup>	1.800	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	土工材	t

(6) トンネル (NATM) の比較事例その1: フライアッシュ混入吹付けコンクリート

① 代替技術概要

代替技術 の名称	フライアッシュ混入吹付けコンクリート																																				
概要	<ul style="list-style-type: none"> <li>フライアッシュを吹付けコンクリートに使用することによって、セメント使用量を低減し、二酸化炭素排出量を削減することができる。</li> <li>従来工法およびフライアッシュ混入吹付けコンクリートの標準配合は表のとおり。本試算では、フライアッシュ混入率を以下のように仮定した。             <ul style="list-style-type: none"> <li>①セメントに対する質量置換率は、内割で 20%</li> <li>②細骨材に対する質量置換率は、内割で 10%</li> </ul> </li> </ul> <p>表 従来工法およびフライアッシュ (FA) 混入吹付けコンクリートの配合例</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th rowspan="2">W/C (%)</th> <th rowspan="2">W/P (%)</th> <th rowspan="2">s/a (%)</th> <th colspan="6">単体量 (kg/m<sup>3</sup>)</th> </tr> <tr> <th>水 W</th> <th>セメント C</th> <th>フライアッシュ FA1<sup>1)</sup></th> <th>細骨材 S</th> <th>フライアッシュ FA2<sup>2)</sup></th> <th>粗骨材 G</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>従来工法 (一般吹付け)</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>216</td> <td>360</td> <td>0</td> <td>1041</td> <td>0</td> <td>694</td> </tr> <tr> <td>FA吹付けコンクリート</td> <td>75</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>216</td> <td>288</td> <td>72</td> <td>925</td> <td>89</td> <td>685</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">1): セメントの20%置換 2): 細骨材の10%置換</p>		W/C (%)	W/P (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )						水 W	セメント C	フライアッシュ FA1 <sup>1)</sup>	細骨材 S	フライアッシュ FA2 <sup>2)</sup>	粗骨材 G	従来工法 (一般吹付け)	60	60	60	216	360	0	1041	0	694	FA吹付けコンクリート	75	60	60	216	288	72	925	89	685
	W/C (%)					W/P (%)	s/a (%)	単体量 (kg/m <sup>3</sup> )																													
		水 W	セメント C	フライアッシュ FA1 <sup>1)</sup>	細骨材 S			フライアッシュ FA2 <sup>2)</sup>	粗骨材 G																												
従来工法 (一般吹付け)	60	60	60	216	360	0	1041	0	694																												
FA吹付けコンクリート	75	60	60	216	288	72	925	89	685																												
標準技術 (従来工法等)	従来の一般吹付けコンクリート (セメント種類: 普通ポルトランドセメント、セメント量: 360kg/m <sup>3</sup> ) ※配合例は上図に示す。																																				
LCI 試算 結果	<p>従来の一般吹付けコンクリートにフライアッシュを、セメントの質量に対して内割りで 20%置換、細骨材の質量に対して内割り 10%置換で用いると、コンクリート吹付工 (吹付面積 17,648m<sup>2</sup>) において二酸化炭素を 354 t-CO<sub>2</sub> 削減できた。</p> <table border="1"> <caption>CO2 排出量 (t) の比較</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>(標準案)</th> <th>(比較案)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>仮設</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>機械減耗</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>機械稼働</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>運搬</td> <td>~100</td> <td>~100</td> </tr> <tr> <td>資材</td> <td>~1,900</td> <td>~1,650</td> </tr> <tr> <td><b>合計</b></td> <td><b>~2,400</b></td> <td><b>~2,050</b></td> </tr> </tbody> </table>	項目	(標準案)	(比較案)	仮設	~100	~100	機械減耗	~100	~100	機械稼働	~100	~100	運搬	~100	~100	資材	~1,900	~1,650	<b>合計</b>	<b>~2,400</b>	<b>~2,050</b>															
項目	(標準案)	(比較案)																																			
仮設	~100	~100																																			
機械減耗	~100	~100																																			
機械稼働	~100	~100																																			
運搬	~100	~100																																			
資材	~1,900	~1,650																																			
<b>合計</b>	<b>~2,400</b>	<b>~2,050</b>																																			

② 全工種及び代替技術との比較対象工種

トンネル工事 (NATM) の全工種を表 4. 3-27 に示す。なお、代替技術との比較対象とする「コンクリート吹付工」は網がけで示した。



### ③ 比較対象工種の数量

「コンクリート吹付工」のうち、「上半吹付 DI-b」の標準技術での工事数量を図 4. 3-28 に例示する。

表 4. 3-28 標準技術による工事数量（“上半吹付 DI-b”の例）

《吹付面積：2,911m<sup>2</sup> = 吹付周長：18.9m × 吹付延長：154m》

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
上半吹付DI-b	t=150	m	154	資材	コンクリート用骨材砂	洗い荒目	m <sup>3</sup>	662	t	1,152
					コンクリート用骨材砕石	15~5mm	m <sup>3</sup>	389	t	793
					セメント	普通ポルトランド・ハラ	t	298	t	298
					急結剤		kg	16,382	t	16
				機械稼働	軽油	1.2号	L	1,821	L	1,821
					電力料		kWh	3,993	kWh	3,993
				機械減耗	コンクリートプラント[バッチ型]	25m <sup>3</sup> /h	時間	77	h	77
					コンクリート吹付機[湿式・一体型]	TU排ガス型(第1次基準値)6~20m <sup>3</sup> 7m級	時間	108	h	108
					トラックキサ及びアジテータラック	混合容量4.4m <sup>3</sup>	時間	140	h	140
					固化材サイロ	30t移動型	供用日	36	運転日	36
					骨材ホッパ	15m <sup>3</sup> ×3	供用日	36	供用日	36

### ④ 設定条件

「コンクリート吹付工」のうち、「上半吹付 DI-b」の標準技術での工事積算における設定条件を表 4. 3-29 に例示する。

表 4. 3-29 標準技術（標準技術）による設定条件（“上半吹付 DI-b”の例）

項目	設定条件
加背区分	上半
掘削区分	DI (t=150)
掘削工のタンク運搬距離	1.7km以下
掘削工のタンク規格	10t
掘削1サイクル当り吹付工のサイクルタイム	47分
吹付周長	18.9m
掘削1サイクル当りの総サイクルタイム	(実)389分
運搬距離(往復)	1.29km
セメントの種類	各種

### ⑤ 代替技術の数量

代替技術の数量を表 4. 3-30 に示す。

- ・土木工事積算基準の数量をもとに算定した。
- ・フライアッシュの使用量は、従来工法のセメントに対して 20%の内割り置換、砂に対して 10%内割り置換で使用した。
- ・フライアッシュ用のサイロが増設となるため、セメントと同様に「固化材サイロ」を 1 基増設した。(供用日数セメント用サイロと同じと仮定)

表 4. 3-30 代替技術による工事数量 (“上半吹付 DI-b” の例)

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
上半吹付DI-b	t=150	m	154	資材	コンクリート用骨材砂	洗い荒目	m <sup>3</sup>	596	t	1,036
					コンクリート用骨材砕石	15~5mm	m <sup>3</sup>	389	t	793
					セメント	普通ポルトランドセメント	t	238	t	238
					フライアッシュ		t	175	t	175
					急結剤		kg	16,382	t	16
				機械稼働	軽油	1.2号	L	1,821	L	1,821
					電力料		kwH	3,993	kWh	3,993
				機械減耗	コンクリートプラント[ハッチ型]	25m <sup>3</sup> /h	時間	77	h	77
					コンクリート吹付機[湿式・一体型]	TU排ガス型(第1次基準値)6~20m <sup>3</sup> 7m級	時間	108	h	108
					トラックキサ及びアジテータ	混合容量4.4m <sup>3</sup>	時間	140	h	140
					固化材サイロ(普通ホルト用)	30t移動型	供用日	36	運転日	36
					固化材サイロ(FA用)	30t移動型	供用日	36	運転日	36
					骨材ホッパー	15m <sup>3</sup> ×3	供用日	36	供用日	36

⑥ 使用した二酸化炭素排出原単位

標準原単位にフライアッシュが用意されていなかったため、土木学会発行の「コンクリート技術シリーズ コンクリートの環境負荷評価 (その2)」を参考に定めた。

⑦ LCI 試算結果

「上半吹付 DI-b」を例として、標準技術、代替技術それぞれの LCI 試算結果を表 4. 3-31 および表 4. 3-32 に示す。

表 4. 3-31 標準技術（従来の一般強度用吹付けコンクリート）

二酸化炭素排出量（合計）：2,411t

工事数量			資材・機械等の数量					環境負荷原単位							環境負荷量(kg-CO2)							
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位							
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼				
上半吹付D I-b	t=150	m	154	資材	コンクリート用骨材砂	洗い荒目	m3	662	t	1,152	砂・砂利	t			1.58E+01	1.05E+01	5.28E+00		18.234	12.149	6.084	0
					コンクリート用骨材砕石	15~5mm	m3	389	t	793	再生砕石	t	A		7.38E+00	5.36E+00	2.02E+00		5.855	4.256	1.599	0
					セメント	普通ポルトランドセメント	t	298	t	298	ポルトランドセメント普通	t			7.38E+02	7.31E+02	6.90E+00		219.858	217.804	2.054	0
					急結剤		kg	16,382	t	16	コンクリート混和・混入材	t	A		1.06E+02	1.00E+02	5.90E+00		1.736	1.639	97	0
				機械稼働	軽油	1.2号	L	1,821	L	1,821	軽油	L			3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	5.516	755	46	4,715
					電力料		kWh	3,993	kWh	3,993	事業用電力	kWh			4.44E-01	4.44E-01			1.773	1.773	0	0
				機械減耗	コンクリートプラント[ハッチ型]	25m3/h	時間	77	h	77	コンクリートプラント	h			2.74E+01				2.105			
					コンクリート吹付機[湿式・一体型]	TU排ガス型(第1次基準値)6"20m37m級	時間	108	h	108	コンクリート吹付機	h			1.73E+01				1.859			
					トラックミキサ及びアンテータラック	混合容量4.4m3	時間	140	h	140	トラックミキサ及びアンテータラック	h			8.19E+00				1.147			
					固化材サイロ	30t移動型	供用日	36	運転日	36	固化材サイロ	運転日			3.40E+01				1.224			
					骨材ホッパ	15m3×3	供用日	36	供用日	36												
														未計算								

表 4. 3-32 代替技術（フライアッシュ混入吹付けコンクリート）

二酸化炭素排出量（合計）：2,057t

工事数量			資材・機械等の数量					環境負荷原単位							環境負荷量(kg-CO2)							
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位							
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼				
上半吹付D I-b	t=150	m	154	資材	コンクリート用骨材砂	洗い荒目	m3	596	t	1,036	砂・砂利	t			1.58E+01	1.05E+01	5.28E+00		16.410	10.934	5.476	
					コンクリート用骨材砕石	15~5mm	m3	389	t	793	再生砕石	t	A		7.38E+00	5.36E+00	2.02E+00		5.855	4.256	1.599	
					セメント	普通ポルトランドセメント	t	238	t	238	ポルトランドセメント普通	t			7.38E+02	7.31E+02	6.90E+00		175.886	174.243	1.643	
					フライアッシュ		t	175	t	175	フライアッシュ	t			1.96E+01				3.425			
					急結剤		kg	16,382	t	16	コンクリート混和・混入材	t	A		1.06E+02	1.00E+02	5.90E+00		1.736	1.639	97	
				機械稼働	軽油	1.2号	L	1,821	L	1,821	軽油	L			3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	5.516	755	46	4,715
					電力料		kWh	3,993	kWh	3,993	事業用電力	kWh			4.44E-01	4.44E-01			1.773	1.773		
				機械減耗	コンクリートプラント[ハッチ型]	25m3/h	時間	77	h	77	コンクリートプラント	h			2.74E+01				2.105			
					コンクリート吹付機[湿式・一体型]	TU排ガス型(第1次基準値)6"20m37m級	時間	108	h	108	コンクリート吹付機	h			1.73E+01				1.859			
					トラックミキサ及びアンテータラック	混合容量4.4m3	時間	140	h	140	トラックミキサ及びアンテータラック	h			8.19E+00				1.147			
					固化材サイロ(普通ホルト用)	30t移動型	供用日	36	運転日	36	固化材サイロ	運転日			3.40E+01				1.224			
					固化材サイロ(FA用)	30t移動型	供用日	36	運転日	36	固化材サイロ	運転日			3.40E+01				1.224			
					骨材ホッパ	15m3×3	供用日	36	供用日	36												
														未計算								

### ⑧ 比較対象工種の環境負荷量

比較対象工種の二酸化炭素排出量を図 4. 3-37 および図 4. 3-38 に示す。

- ・ コンクリート吹付工の二酸化炭素排出量のうち、セメントと骨材からの排出が大半を占める。
- ・ 代替技術ではセメントの環境負荷量が減少。

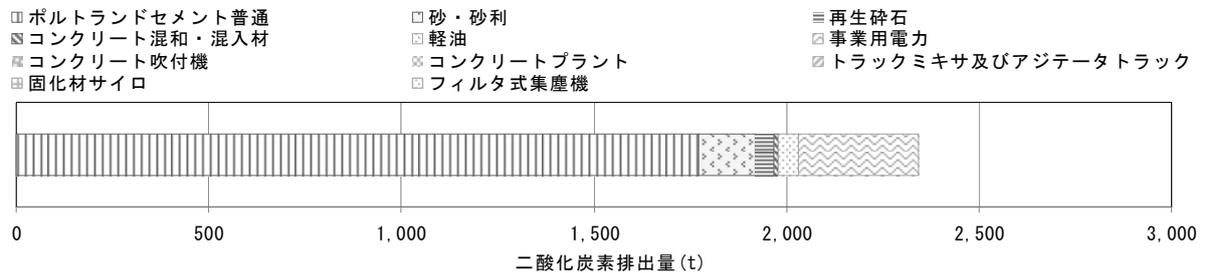


図 4. 3-37 標準技術：一般急結剤を用いた普通コンクリート吹付工の二酸化炭素排出量

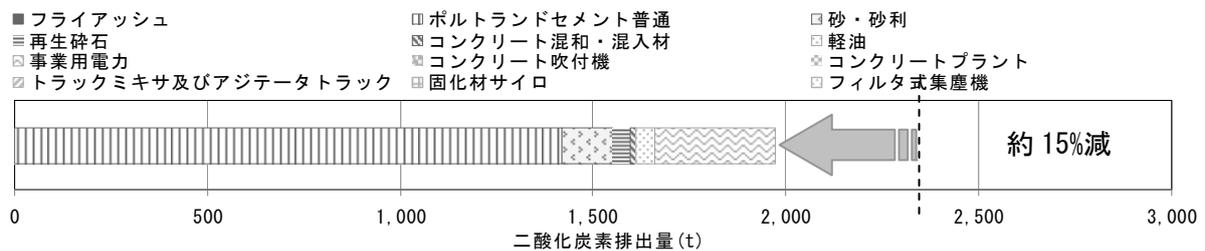


図 4. 3-38 代替技術：専用急結剤を用いた石炭灰混入コンクリート吹付工の二酸化炭素排出量

### ⑨ コンクリート吹付工の二酸化炭素排出量シェア

コンクリート吹付工の二酸化炭素排出量の比率を図 4. 3-39 に示す。

- ・ コンクリート吹付工合計の二酸化炭素排出量はトンネル工全体の約 2 割を占める。
- ・ 代替技術による環境負荷の削減量は全体の約 3%に相当

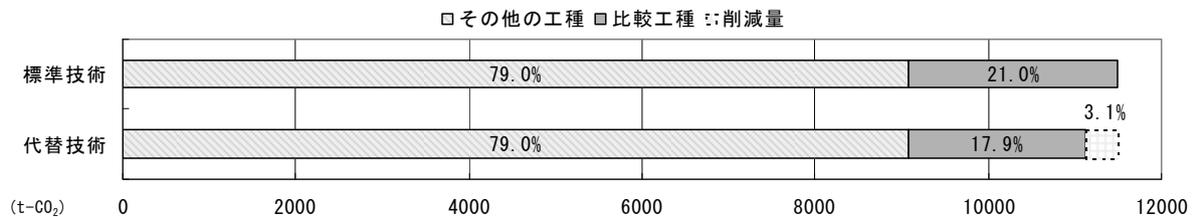


図 4. 3-39 トンネル工事 (NATM) における標準技術 (従来の一般強度用吹付けコンクリート) と代替技術 (フライアッシュ混入吹付けコンクリート) の二酸化炭素排出量比率

### ⑩ 工種別の環境負荷量

標準技術、代替技術でのコンクリート吹付工の二酸化炭素排出量を図 4. 3-40 に示す。なお、コンクリート吹付工以外の工種の環境負荷量は標準施工 (積算基準) による。

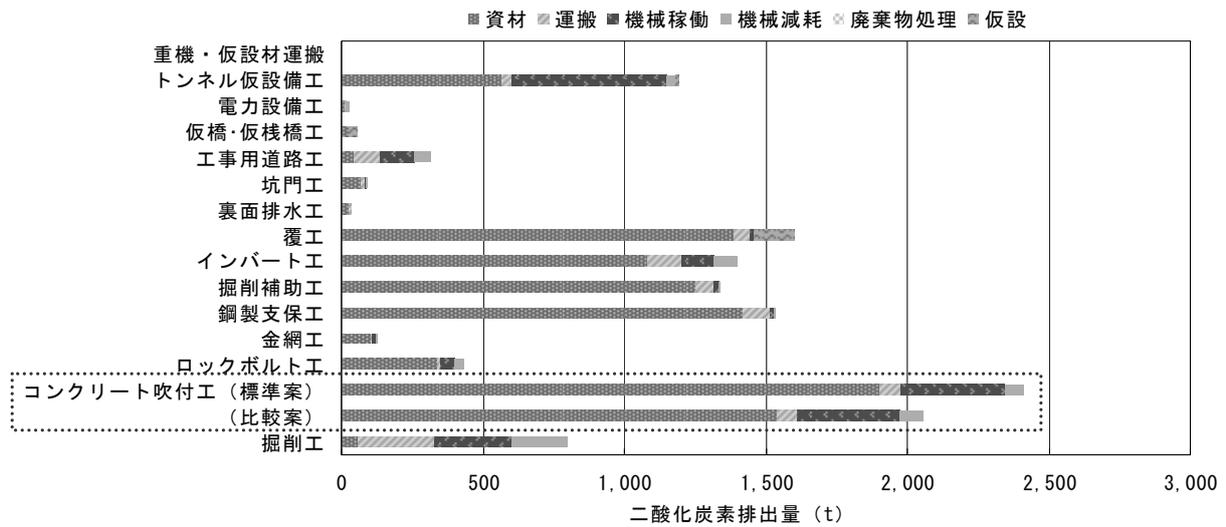


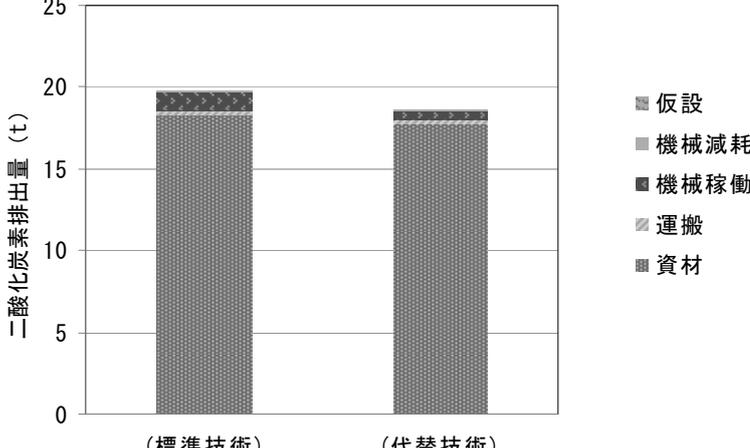
図 4. 3-40 工種別二酸化炭素排出量

⑪ 試算にあたっての留意事項、LCI 計算手法への意見

- ・ 今回の試算にあたり、標準原単位にフライアッシュが設定されていなかったため、土木学会発行の「コンクリート技術シリーズ コンクリートの環境負荷評価 (その2)」を参考に定めた。他機関の原単位を使用した場合、算定課程が異なる可能性もあるので、他材料の原単位と同様に標準原単位を定めておくことが望ましい。
- ・ 本工法は、現地で混合するため、フライアッシュ用のサイロを増設する必要がある。フライアッシュ用のサイロは、セメントサイロとほぼ同様の設備であるため、セメントサイロの環境負荷原単位を代用して算定を行った。
- ・ 本工法の二酸化炭素削減効果は、セメントを環境負荷原単位が小さいフライアッシュと置き換えることで得られるもので、混合セメント (フライアッシュセメント) を使用した場合でも同様の二酸化炭素削減効果が得られる。

(7) トンネル (NATM) の比較事例その2: 湿式吹付け工法 (急結材あり)

① 代替技術概要

代替技術 の名称	湿式吹付け工法 (急結剤あり)																								
概要	<p>・湿式吹付けによる断面修復技術に液体急結材を使用する事により、初期強度が高く、厚付けを可能にした断面修復工法。</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p>&lt;標準技術との比較&gt;</p> <table border="1" data-bbox="879 499 1361 797"> <thead> <tr> <th></th> <th>標準技術</th> <th>湿式吹付け工法 (急結剤あり)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>吹付け厚(1回当たり)</td> <td>20~30mm</td> <td>100mm</td> </tr> <tr> <td>材料</td> <td>流動性が高い</td> <td>流動性が高い</td> </tr> <tr> <td>材料(補強繊維)</td> <td>含有可</td> <td>含有可</td> </tr> <tr> <td>剥落性能</td> <td>低い</td> <td>高い</td> </tr> <tr> <td>リバウンド量</td> <td>不明</td> <td>0.1</td> </tr> <tr> <td>材料ロス率</td> <td>0.25</td> <td>0.32</td> </tr> <tr> <td>初期強度発現</td> <td>低い</td> <td>高い</td> </tr> </tbody> </table> </div> </div> <p style="text-align: center; margin-top: 5px;">鉄道高架橋への施工状況</p>		標準技術	湿式吹付け工法 (急結剤あり)	吹付け厚(1回当たり)	20~30mm	100mm	材料	流動性が高い	流動性が高い	材料(補強繊維)	含有可	含有可	剥落性能	低い	高い	リバウンド量	不明	0.1	材料ロス率	0.25	0.32	初期強度発現	低い	高い
	標準技術	湿式吹付け工法 (急結剤あり)																							
吹付け厚(1回当たり)	20~30mm	100mm																							
材料	流動性が高い	流動性が高い																							
材料(補強繊維)	含有可	含有可																							
剥落性能	低い	高い																							
リバウンド量	不明	0.1																							
材料ロス率	0.25	0.32																							
初期強度発現	低い	高い																							
標準技術 (従来工 法等)	<p>ポリマーセメントモルタル吹付け工法          試算対象：プライマー塗布工およびモルタル吹付工を  <b>試算対象とする構造物の概要</b>          高架橋床板下面を補強する工事を想定。(吹付け面積 100m<sup>2</sup>、厚さ 100mm)</p>																								
LCI 試算 結果	<p>・湿式吹付け工法 (急結材あり) は一度で厚付けできるため機械稼働が約 50%削減され、吹付けモルタルのリバウンドが少なくセメント量を削減できるため、1t-CO<sub>2</sub>削減できた。          →代替技術を用いることによる二酸化炭素削減量は、1t-CO<sub>2</sub>削減であった。</p> <div style="text-align: center;">  </div>																								
備考	NETIS ジョッツ・クリート工法(KK-060016-V)																								

② 全工種及び代替技術との比較対象工種

橋梁下部工事の全工種を表 4. 3-33 に示す。なお、代替技術との比較対象とする「プライマー塗布工およびモルタル吹付工」は網がけで示した。

表 4. 3-33 全工種及び代替技術との比較対象工種

工事区分・工種・種別・細別・規格
準備工
劣化部研り工
鉄筋ケレン工
防錆工
配筋工
プライマー塗布工
モルタル吹付工
粗仕上げ工
左官仕上げ

③ 比較対象工種の数量

「プライマー塗布工およびモルタル吹付工」の標準技術での工事数量を表 4. 3-34 に示す。

表 4. 3-34 標準技術（プライマー塗布工およびモルタル吹付工）による工事数量

工事数量			資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後	
								単位	数量
材料			資材	ポリマーセメント		kg	27.812.5	t	27.8
			資材	プライマー		kg	5.5	t	0.006
			資材	養生材		kg	2.8	t	0.003
機械設備			機械減耗	モルタル吹付機械	0.4 <sup>h</sup>	日	34.7	t・日	13.9
			機械減耗	モルタルミキサ	0.2 <sup>h</sup>	日	34.7	t・日	6.9
			機械減耗	空気圧縮機(5m <sup>3</sup> /min)	0.8 <sup>h</sup>	日	24.3	t・日	19.4
			機械減耗	発電機(15KVA)	0.5 <sup>h</sup>	日	24.3	t・日	12.2
			機械稼働	燃料(軽油)	7.8 <sup>h</sup> +2.9 <sup>h</sup> ×34.72日	日	371.5	L	371.5
			資材	油脂類	110円/ℓ×20%	円	8,173.0	千円	8.2

④ 設定条件

「プライマー塗布工およびモルタル吹付工」の標準技術での工事積算における設定条件を表 4. 3-35 に示す。

表 4. 3-35 標準技術（プライマー塗布工およびモルタル吹付工）による設定条件

項目	設定条件
吹付け面積	100m <sup>2</sup>
吹付厚	100mm
1日当り施工量	1.06m <sup>3</sup> /日

⑤ 代替技術の数量

代替技術の数量を表 4. 3-36 に示す。標準的な数量を算定した。

表 4. 3-36 代替技術（湿式吹付け工法（急結剤あり））による工事数量

工事数量				資材・機械等の数量					
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後	
								単位	数量
材料			資材	ポリマーセメント	NSパワーショット	kg	25,275.3	t	25.3
			資材	急結材	アルカリフリー液体急結材	kg	328.3	t	0.3
			資材	繊維補強材	ポリプロピレン繊維	kg	10.9	t	0.0
			資材	プライマー		kg	3.3	t	0.0
			資材	養生材		kg	8.3	t	0.0
機械設備			機械減耗	モルタル吹付機械	1.1 <sup>ト</sup>	日	12.4	t・日	13.6
			機械減耗	モルタルミキサ	0.2 <sup>ト</sup>	日	12.4	t・日	2.5
			機械減耗	急結材ポンプ	0.11 <sup>ト</sup>	日	12.4	日	1.4
			機械減耗	空気圧縮機(5m3/min)	0.8 <sup>ト</sup>	日	12.4	t・日	9.9
			機械減耗	発電機(45KVA)	1.2 <sup>ト</sup>	日	12.4	t・日	14.9
			機械稼働	燃料(軽油)	7.8 <sup>リットル</sup> +7.3 <sup>リットル</sup> ×12.39日	リットル	187.1	L	187.1
			資材	油脂類	110円/リットル×20%	円	4,116.0	千円	4.1

⑥ 使用した二酸化炭素排出原単位

国土政策技術総合研究所の環境負荷原単位を用いた。

⑦ LCI 試算結果

「プライマー塗布工およびモルタル吹付工」の標準技術、代替技術それぞれの LCI 試算結果を表 4. 3-37 および表 4. 3-38 に示す。

表 4. 3-37 標準技術（ポリマーセメントモルタル吹付け工法）

二酸化炭素排出量（合計）：20t

工事数量			資材・機械等の数量					環境負荷原単位										環境負荷量(kg-CO2)								
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼				
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼								
材料			資材	ポリマーセメント		kg	27.812.5	t	27.8	その他のセメント	t				6.65E+02	6.58E+02	6.90E+00		18,496	18,305	192					
			資材	プライマー		kg	5.5	t	0.006	酢酸ビニルモノマー	t				1.83E+03	1.78E+03	4.49E+01		10	10	0					
			資材	養生材		kg	2.8	t	0.003	酢酸ビニルモノマー	t				1.83E+03	1.78E+03	4.49E+01		5	5	0					
機械設備			機械減耗	モルタル吹付機械	0.4 <sup>h</sup>	日	34.7	t・日	13.9	モルタル吹付機械	供用日				3.56E+00				49							
			機械減耗	モルタルミキサ	0.2 <sup>h</sup>	日	34.7	t・日	6.9	モルタルミキサ	供用日				3.56E+00				25							
			機械減耗	空気圧縮機(5m3/min)	0.8 <sup>h</sup>	日	24.3	t・日	19.4	空気圧縮機(5m3/min)	供用日				3.56E+00				69							
			機械減耗	発電機(15KVA)	0.5 <sup>h</sup>	日	24.3	t・日	12.2	発電機(15KVA)	供用日				3.56E+00				43							
			機械稼働	燃料(軽油)	7.8%+2.9%×34.72日	%		371.5	L	371.5	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	1,125	154	9	962			
			資材	油脂類	110円/%×20%	円		8,173.0	千円	8.2	その他の石油製品	t				4.59E+00	4.22E+00	3.70E-01		37	34	3				

表 4. 3-38 代替技術（湿式吹付け工法(急結剤あり)）

二酸化炭素排出量（合計）：19t

工事数量			資材・機械等の数量					環境負荷原単位										環境負荷量(kg-CO2)							
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼			
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼							
材料			資材	ポリマーセメント	NSパワーショット	kg	25,275.3	t	25.3	その他のセメント	t				6.65E+02	6.58E+02	6.90E+00		16,809	16,635	174				
			資材	急結材	アルカリフリー液体急結材	kg	328.3	t	0.3	その他の無機化学工業製品	t				3.32E+03	3.20E+03	1.16E+02		1,089	1,051	38				
			資材	繊維補強材	ポリプロピレン繊維	kg	10.9	t	0.0	ポリプロピレン	t				1.14E+03	1.10E+03	3.91E+01		12	12	0				
			資材	プライマー		kg	3.3	t	0.0	酢酸ビニルモノマー	t				1.83E+03	1.78E+03	4.49E+01		6	6	0				
			資材	養生材		kg	8.3	t	0.0	酢酸ビニルモノマー	t				1.83E+03	1.78E+03	4.49E+01		15	15	0				
機械設備			機械減耗	モルタル吹付機械	1.1 <sup>h</sup>	日	12.4	t・日	13.6	モルタル吹付機械	供用日				3.56E+00				49	0	0				
			機械減耗	モルタルミキサ	0.2 <sup>h</sup>	日	12.4	t・日	2.5	モルタルミキサ	供用日				3.56E+00				9	0	0				
			機械減耗	急結材ポンプ	0.11 <sup>h</sup>	日	12.4	日	1.4	急結材ポンプ	供用日				3.56E+00				5	0	0				
			機械減耗	空気圧縮機(5m3/min)	0.8 <sup>h</sup>	日	12.4	t・日	9.9	空気圧縮機(5m3/min)	供用日				3.56E+00				35	0	0				
			機械減耗	発電機(45KVA)	1.2 <sup>h</sup>	日	12.4	t・日	14.9	発電機(45KVA)	供用日				3.56E+00				53	0	0				
			機械稼働	燃料(軽油)	7.8%+7.3%×12.39日	%		187.1	L	187.1	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	567	78	5	484		
		資材	油脂類	110円/%×20%	円		4,116.0	千円	4.1	その他の石油製品	t				4.59E+00	4.22E+00	3.70E-01		19	17	2				

### ⑧ 比較対象工種の環境負荷量

比較対象工種の二酸化炭素排出量を図 4. 3-41 および図 4. 3-42 に示す。

- ・ プライマー塗布工およびモルタル吹付工の二酸化炭素排出量のうち、セメントからの排出が大部分を占め、代替技術ではセメントの環境負荷量が減少。

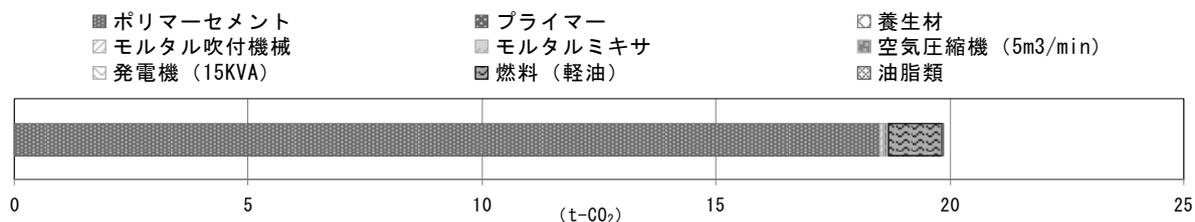


図 4. 3-41 標準技術：ポリマーセメントモルタル吹付けによるプライマー塗布工およびモルタル吹付工の二酸化炭素排出量

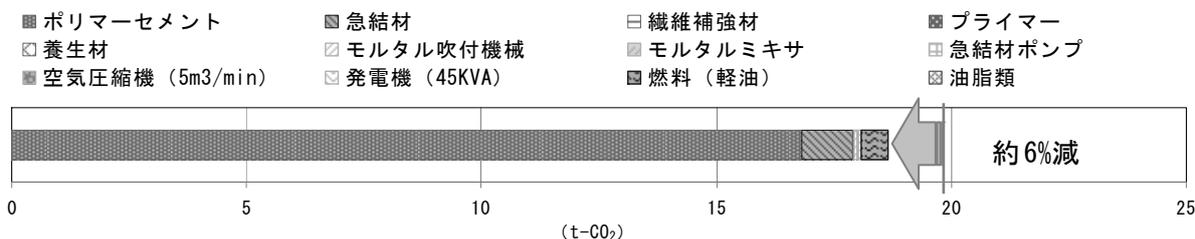


図 4. 3-42 代替技術：湿式吹付け工法（急結剤あり）を用いたプライマー塗布工およびモルタル吹付工の二酸化炭素排出量

### ⑨ 試算にあたっての留意事項、LCI 計算手法への意見

- ・ メーカーの化学製品の使用により大きな開きが出る可能性が高い。今回は同じ材料として試算した。メーカーごと、何らかの薬品を少量加えただけの違いでは、評価が難しい。材料の比率が評価に影響する。材料に対する二酸化炭素換算値のくくりが大きく材料の化学成分についての資料、試算数値がない。化学薬品に頼っている工法では試算に向いていない。
- ・ リバウンド材の発生量の違いにより廃棄物量の削減効果を検証しようとしたが、リバウンド量に対する評価が無かったので除外した。
- ・ 複層で増厚する既存工法では剥離が多くみられ、維持メンテナンスに費用がかかると言われているが、正確な実績が検証されていなため評価から除外した。
- ・ 試算では各機械を 1 台投入して工程日数を決めたが、実情は現場の状況を考え最適投入台数を決定するが、場合によっては差が出ない事もある。
- ・ 鉄道などの振動の大きな場合は終初電間工事になる場合があるが初期強度の発現時間によって施工歩掛りが大きく変化する場合がある。施工条件によっては大きく差がつく場合もあるので一概に今回の試算結果が全てに当てはまるとは限らない。

(8) 橋梁上部（鋼橋）

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-39 および図 4. 3-43 に示す。

表 4. 3-39 橋梁（上部）・工事概要

道路種別	自動車専用道路（1種2級）
橋長	371.5m
車線数	4車線（片側2車線）
全幅員	23.5m
橋種	鋼橋（10径間連続非合成鈹桁橋）
代表工種	桁製作工、検査路製作工、工場塗装工、工場製品輸送工、架設工、支承工、現場継手工、橋梁現場塗装工、床版工、落橋防止装置工、排水装置工、壁高欄工、中央分離帯工 等 ※ 舗装工は含まれない

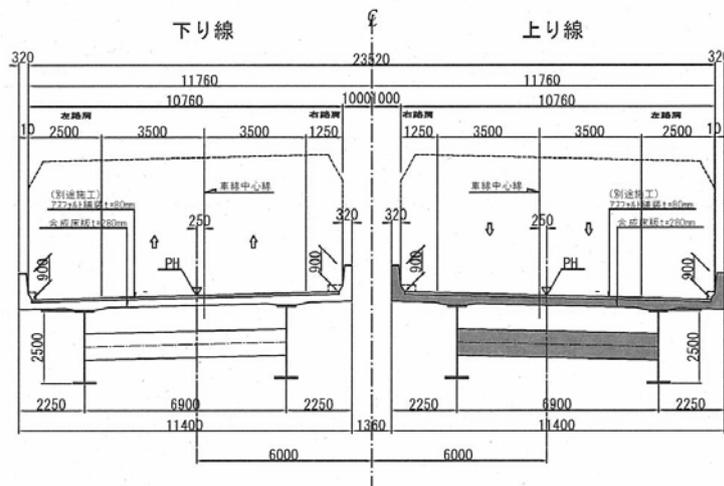


図 4. 3-43 橋梁（上部）・標準横断面図

② 環境負荷量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- ・本工事による二酸化炭素排出量は約 1.1 万トンと試算。
- ・資材の環境負荷量のシェアが高い（約 95%）。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-44 および図 4. 3-45 に示す。

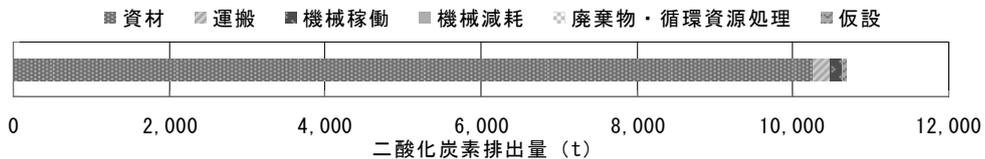


図 4. 3-44 二酸化炭素排出量（工事計）



図 4. 3-45 二酸化炭素排出量（車線キロ当り）

イ. 工種別の環境負荷量

- 鋼材の使用量が多い桁製作工および床版工の環境負荷量が多く、工事全体の排出量の約80%を占めている。
- 床版は自動車等の荷重が直接載る床部分であり、本事例では鋼板及びコンクリートで作られている。桁も荷重を橋脚に伝える部分であり、本事例では鋼材により作られている。
- 本工事では仮設材による二酸化炭素排出量も含まれている。仮設材の原単位は金額あたりの二酸化炭素排出原単位を使用していること、重仮設を想定した減価償却率を使用していることから、工事全体に占める割合は少ないが、二酸化炭素排出量を網羅的に把握する観点からは今後課題となる事項である。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-46 および図 4. 3-47 に示す。

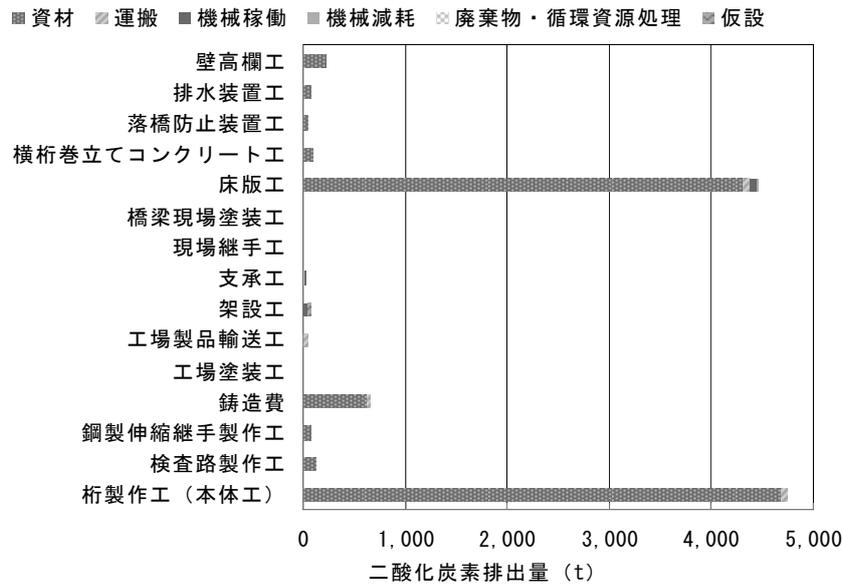


図 4. 3-46 工種別の二酸化炭素排出量

(参考) 工事数量当りの環境負荷量

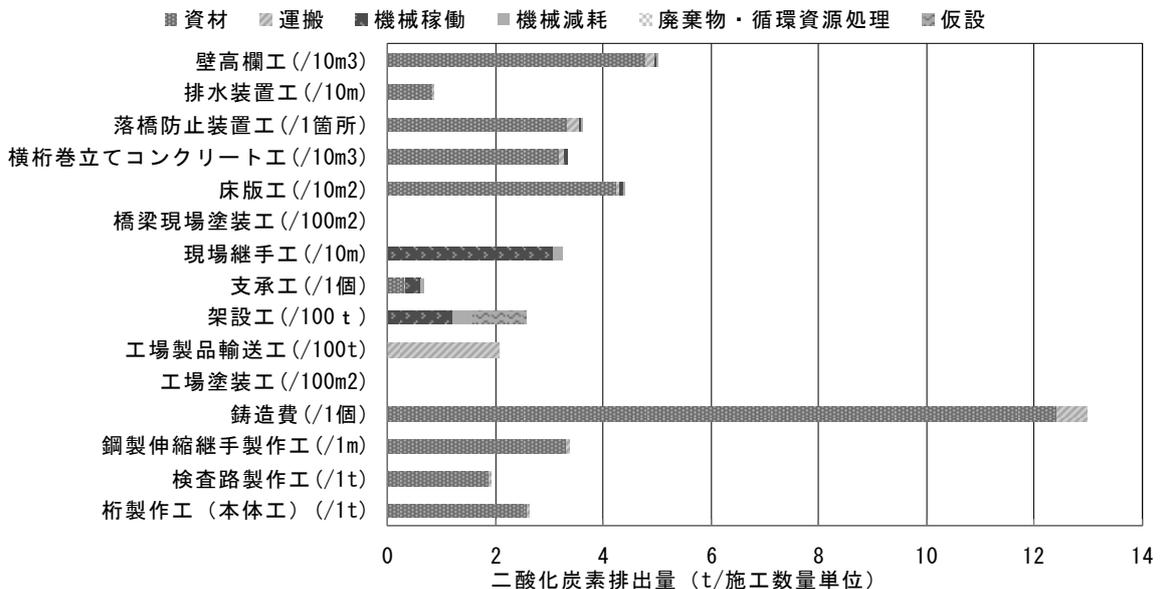


図 4. 3-47 施工数量当りの二酸化炭素排出量

ウ. 資材品目別の環境負荷量

- 鋼材の環境負荷量が多く、全体の約7割以上を占める。

資材別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-48 に示す。

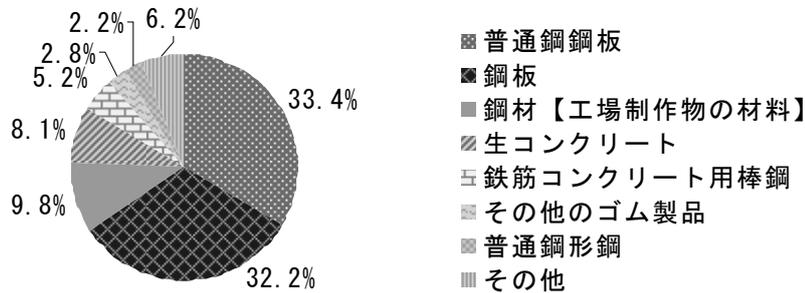


図 4. 3-48 資材品目別の二酸化炭素排出量

エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

- 発電発動機、ラフテレーンクレーンの環境負荷が大きい。
- 土工とは違い、同様の橋梁を建設する場合に変動することはほぼないと考えられる。

運搬・建設機械の環境負荷量を図 4. 3-49 に示す。

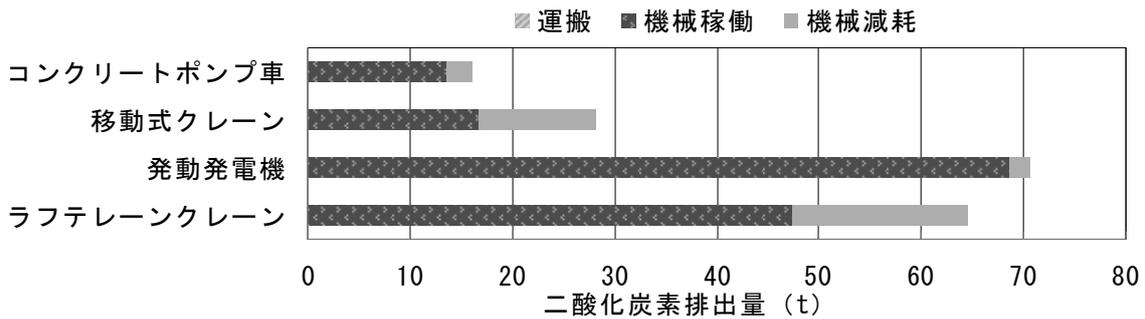


図 4. 3-49 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量はごくわずか。
- 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約4%に相当。
- 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約31%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-50 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を図 4. 3-40、図 4. 3-41、図 4. 3-42 示す。

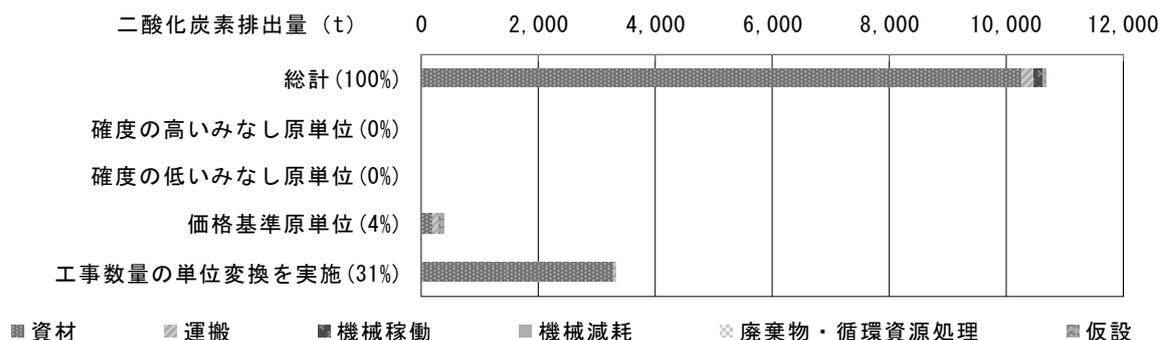


図 4. 3-50 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-40 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
コンクリート膨張材	20kg/m <sup>3</sup>	kg	59,304	コンクリート混和・混入材	t	A
ハックアップ材	軟質	m <sup>3</sup>	0	ポリエチレン（高密度）	t	A
高弾性ハックアップ材	硬質	m <sup>3</sup>	2	ポリエチレン（低密度）	t	A
材料費	橋歴版	千円	50	その他の金属製品（除別掲）	千円	A
床版用排水管(スラブドレーン)		千円	31	排水管・排砂管	千円	B
弾性シール材		千円	1,512	接着剤	千円	A
養生マット	1.0×30m×12	千円	1,564	ポリエチレン（低密度）	千円	A
板張防護工賃料		千円	305	足場・朝顔・登り棧橋	千円	B
板張防護賃料		千円	254	足場・朝顔・登り棧橋	千円	B
部分作業床賃料		千円	3,008	足場・朝顔・登り棧橋	千円	B

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-41 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位名
Uボルト	15C	千円	268	ボルト・ナット
Uボルト	32C	千円	148	ボルト・ナット
アンカーボルト	S45CNM68*1275	千円	1,008	ボルト・ナット
ゴム管	25A×250	千円	1	その他のゴム製品
スタットシールド	19φ×150	千円	448	建設用金属製品
スタットシールド	NSD400D25×350	千円	1,008	ボルト・ナット
スタットシールド	φ22×200	千円	2,606	建設用金属製品
ナット	M20	千円	0	ボルト・ナット
ナット	S45CNM681種	千円	64	ボルト・ナット
ナット	S45CNM683種	千円	73	ボルト・ナット
ホールインアンカー	M10×100	千円	7	落石・雪崩防止材（柵・金網・アンカー）
ホールインアンカー	M12×100	千円	1	落石・雪崩防止材（柵・金網・アンカー）
ホールインアンカー	M12×100(下部工排水用)	千円	91	落石・雪崩防止材（柵・金網・アンカー）
ホールインアンカー	M16×100	千円	39	落石・雪崩防止材（柵・金網・アンカー）
ホールインアンカー	M16×125	千円	12	落石・雪崩防止材（柵・金網・アンカー）
レジューサー	R-3(D)300×250	千円	5	塩化ビニル樹脂
レジューサー(D)	R-4(D)300×150	千円	16	塩化ビニル樹脂

表 4. 3-42 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の 単位	元の 数量	変換後 単位	変換後 数量	単位換算係数				環境負荷原単位	
						単位	係数	依拠	依拠詳細	原単位名	単位
シンククリップライナー	原板フラット	m2	3,302	kg	495.300	kg/m <sup>2</sup>	0.150	建設物価	P168	塗料	kg
パッキング材	軟質	m3	0	t	0.004	t/m3	0.035	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.nakaishoko.co.jp/hinmoku/backup/index.htm">http://www.nakaishoko.co.jp/hinmoku/backup/index.htm</a>	ポリエチレン（高密度）	t
ボルト	SUS304M16×70(1N,1W)	組	50	t	0.016	t/組	0.000	建設物価（補間）	P58	ボルト・ナット	t
ボルト	SUS304M20×60(1N,1W)	組	10	t	0.003	t/組	0.000	建設物価	P58	ボルト・ナット	t
ボルト	SUS304M20×65(1N,1W)	組	40	t	0.0	t/組	0.000	建設物価	P58	ボルト・ナット	t
ボルト	SUS304M20×80(1N,1W)	組	10	t	0.0	t/組	0.000	建設物価	P58	ボルト・ナット	t
希釈剤	エポキシ樹脂塗料用シンナー	L	44	t	0.0	t/L	0.001	建設物価	P171	シンナー	t
希釈剤	無機シンククリップライナー用シンナー	L	100	t	0.1	t/L	0.001	建設物価	P171	シンナー	t
継手部塗装(新橋継手部現場塗装)1100g/m2(スプレー)	下塗り超厚膜エポキシ樹脂塗料	m2	2	kg	2.2	kg/m <sup>2</sup>	1.100	積算書		塗料	kg
継手部塗装(新橋継手部現場塗装)160g/m2(スプレー)	ミルトコート変性エポキシ樹脂塗料	m2	2	kg	0.3	kg/m <sup>2</sup>	0.160	積算書		塗料	kg
鋼製バネ製成品費	スリット加工費含む	m2	10,155	t	1,218.6	t/m2	0.120	メーカー・協会資料等	日本橋梁建設協会資料 ( <a href="http://www.jasbc.or.jp/whatsnew/files/DE064.p">http://www.jasbc.or.jp/whatsnew/files/DE064.p</a> )	鋼板	t

(9) 舗装（土工）

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-43 および図 4. 3-51 に示す。

表 4. 3-43 舗装・工事概要

道路種別	一般国道（3種1級）
施工延長	1,160m
車線数	4車線（片側2車線）
全幅員	32m
代表工種	道路土工、場所打擁壁工、プレキャスト擁壁工、補強土壁工 切削オーバーレイ工、本線舗装工、歩道舗装工、側溝工、管渠工、 集水柵・マンホール工、縁石工、防護柵工、構造物取壊工 等

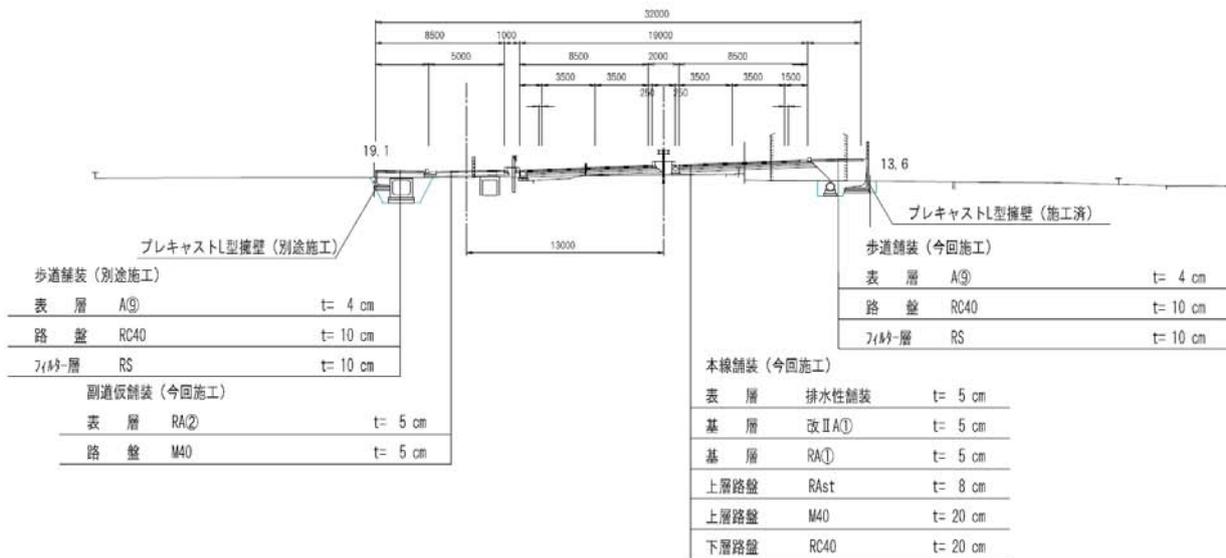


図 4. 3-51 舗装・標準横断面図

② 環境負荷量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- ・ 本工事による二酸化炭素排出量は約 1,200 トンと試算。
- ・ 資材および運搬の環境負荷量のシェアが高い。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-52 および図 4. 3-53 に示す。

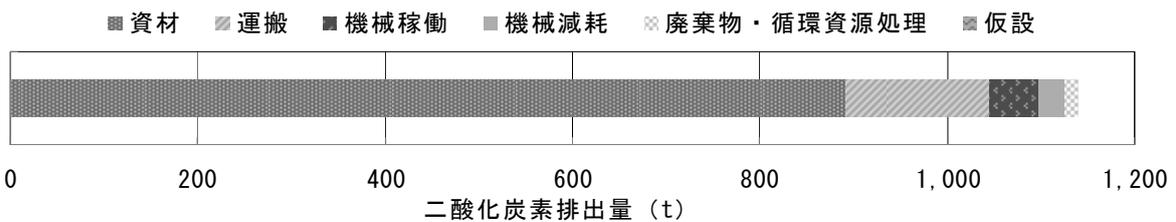


図 4. 3-52 二酸化炭素排出量（工事計）

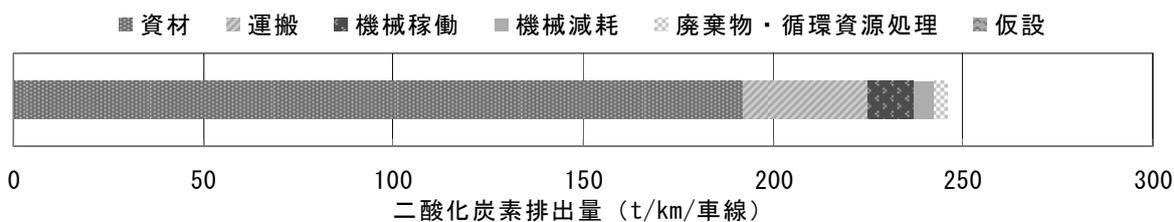


図 4. 3-53 二酸化炭素排出量（車線キロ当り）

イ. 工種別の環境負荷量

- ・ アスファルトの使用量が多い舗装工、コンクリート製品の使用量が多い補強土壁（テールアルメ）工の環境負荷量が多い。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-54 および図 4. 3-55 に示す。

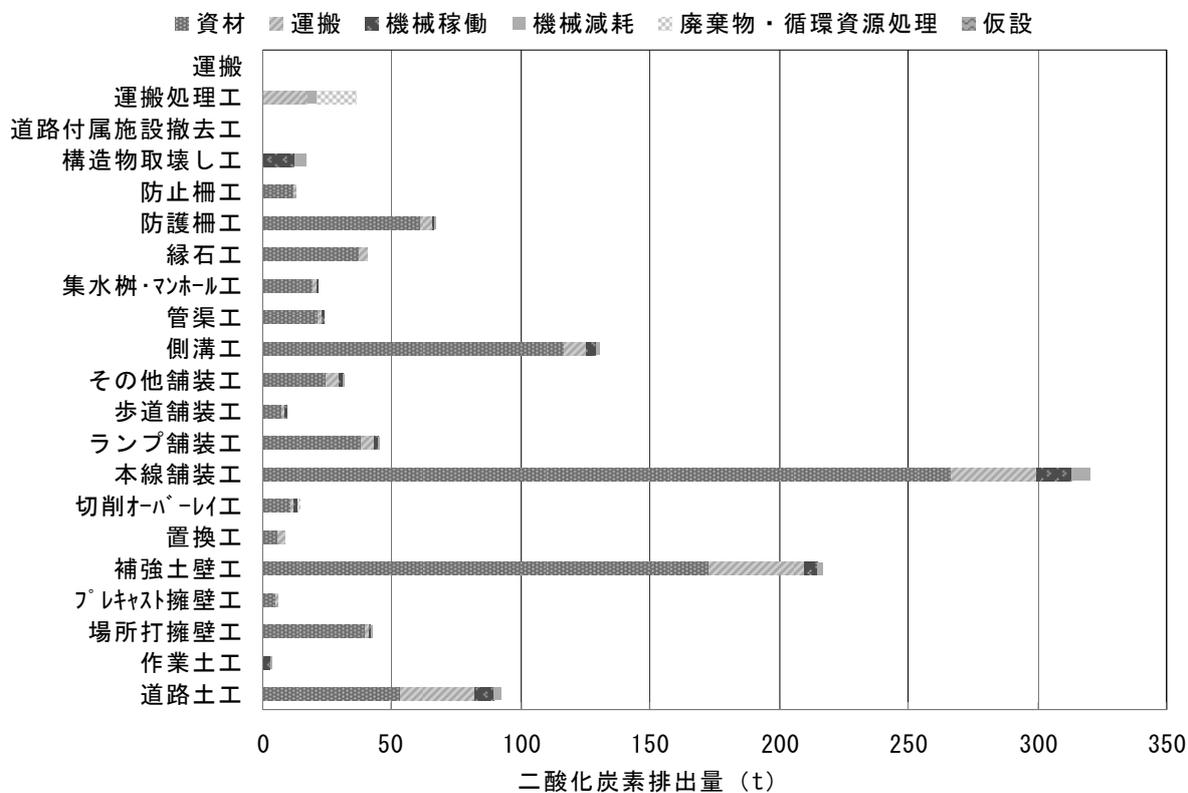


図 4. 3-54 工種別の二酸化炭素排出量

ウ. 資材品目別の環境負荷量

- ・ アスファルト合材や土工材の環境負荷量が多い（全体の約 40%）が、その他の資材の環境負荷量もそれぞれ 2~10%程度ある。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-56 に示す。

エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

- ・ バックホウ、ダンプトラックなど掘削・運搬機械の環境負荷が大きい。

運搬・建設機械の環境負荷量を図 4. 3-57 に示す。

(参考) 工事数量当りの環境負荷量

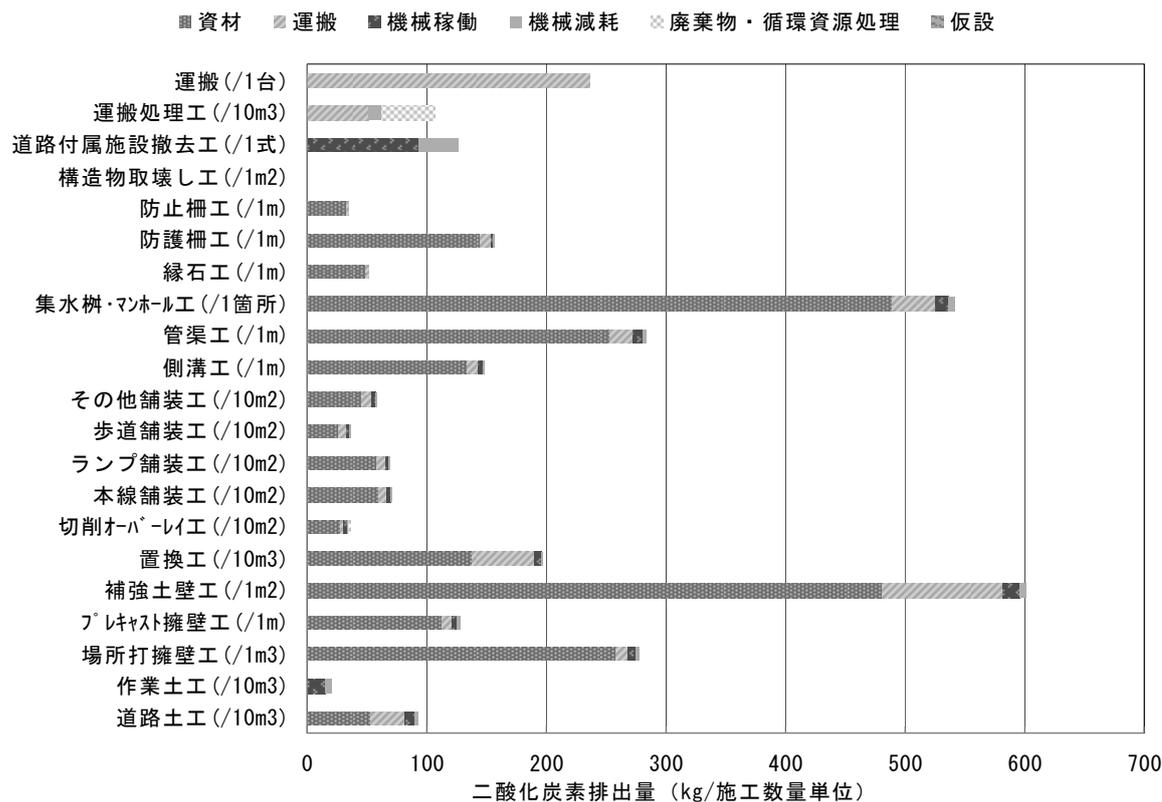


図 4. 3-55 施工数量当りの二酸化炭素排出量

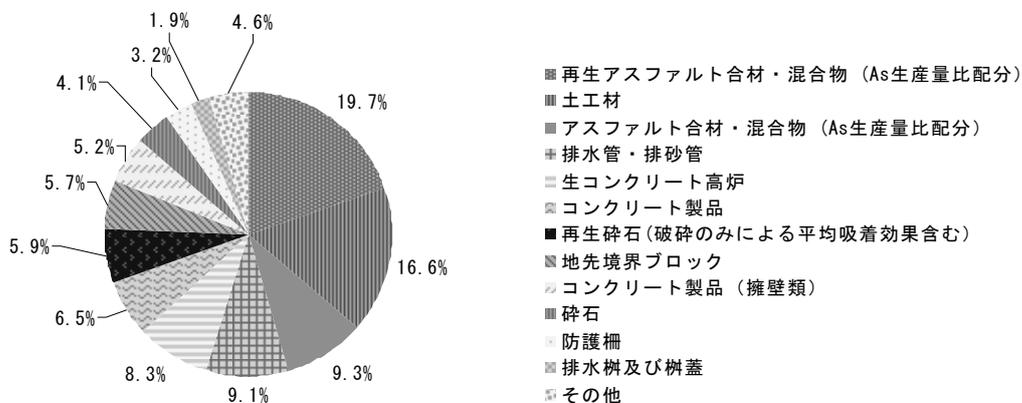


図 4. 3-56 資材品目別の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- ・ みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約 25%に相当。確度の低いみなし原単位のものはごくわずか。
- ・ 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 9%に相当。
- ・ 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 48%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-58 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-44、表 4. 3-45、表 4. 3-46 に示す。

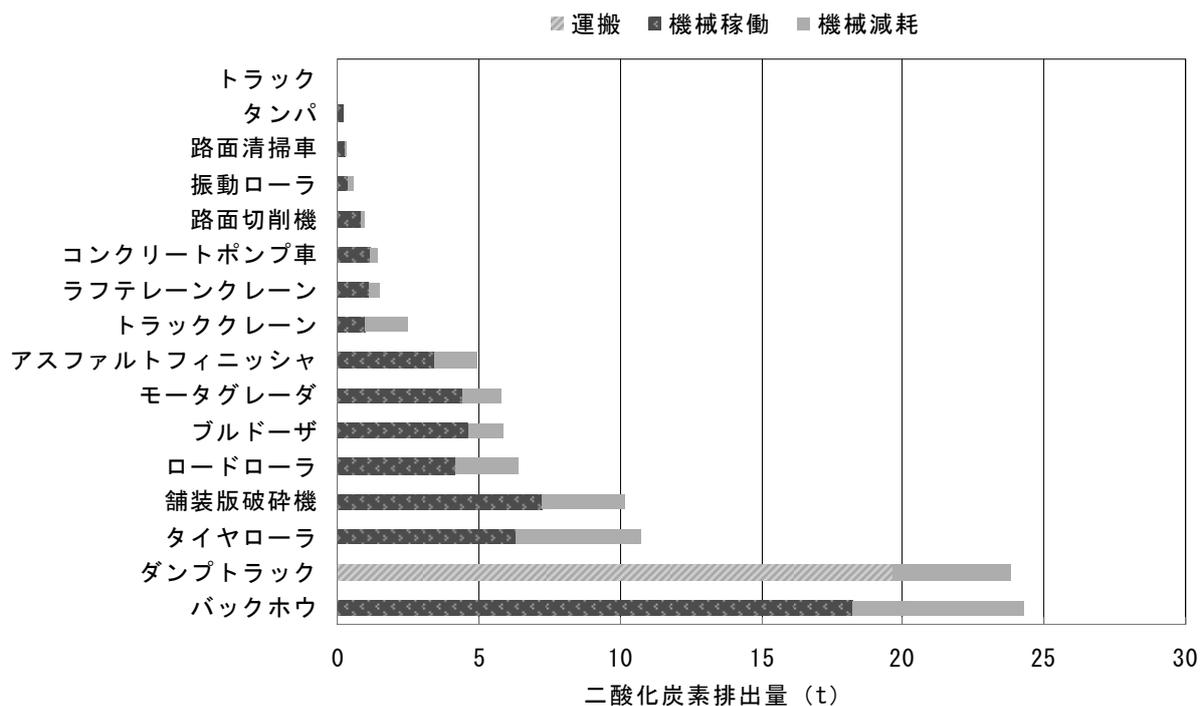


図 4. 3-57 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量

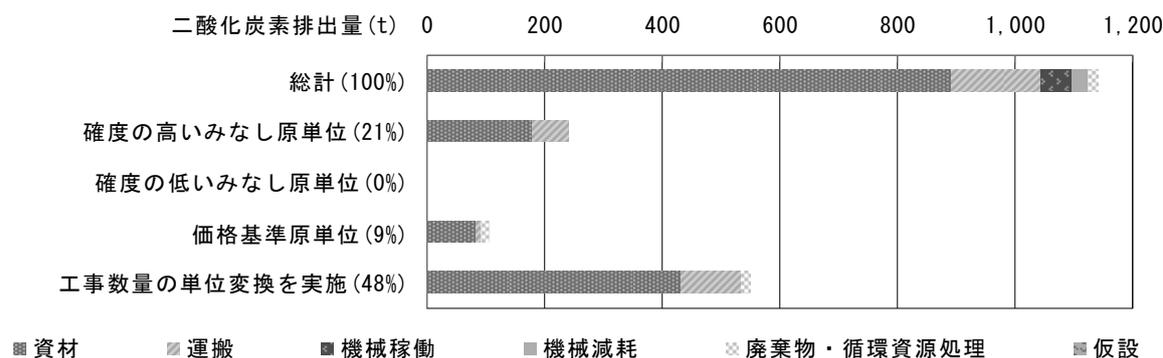


図 4. 3-58 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-44 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
砕質土	φ100以下	m <sup>3</sup>	5,963	土工材	t	A
円形水路	D800	千円	3,519	排水管・排砂管	千円	A
街渠縦断管	D800	個	198	排水管・排砂管	t	A
街渠縦断管	D800(泥溜94°)	個	23	排水管・排砂管	t	A
吸出し防止材		千円	2	土木シート	千円	A
水平目地材	20t×85×600	枚	216	その他の木製品(除別掲)	t	A
足掛金物	φ19W=300	個	10	普通鋼小棒	t	A
透水防砂材	4t×300	千円	144	土木シート	千円	A
処分費(NIPPO)	A6殻(掘削材)	千円	3,690	再生資源回収・加工処理	千円	A
処分費(NIPPO)	A6殻(切削材)	千円	130	再生資源回収・加工処理	千円	A
処分費(NIPPO)	C6殻(無筋)	千円	809	再生資源回収・加工処理	千円	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-45 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位名
L型受枠	GMF-1-1	千円	18	コンクリート製品
コンクリートポンプ用ゴム	t=10mm	千円	331	その他のゴム製品
円形水路	D300	千円	3,519	排水管・排砂管
基礎砕石費		千円	132	砕石
基礎砕石費18%		千円	22	砕石
基礎砕石費19%		千円	226	砕石
吸出し防止材		千円	2	土木シート
自在R基礎ブロック	B型(基本)	千円	6,620	コンクリート製品
自在R基礎ブロック	B型(端部A)	千円	59	コンクリート製品
自在R基礎ブロック	B型(端部B)	千円	60	コンクリート製品
樹脂発泡体目地板	厚20mm30倍	千円	12	樹脂発泡体目地板
中央分離帯柵		千円	656	排水柵及び柵蓋

表 4. 3-46 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数			環境負荷原単位		
						単位	係数	依拠	依拠詳細	原単位名	単位
アスファルト乳剤	PK-37アスファルト用	L	14,390	t	14,390	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
アスファルト乳剤	PK-49ウレタン用	L	8,135	t	8,135	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
アスファルト乳剤	PKR37ム入り	L	3,105	t	3,105	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
ガードレール	Gr-B-2B(グレーン・ジュ)	m	425	t	8,288	t/m	0.020	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.ns-kenzai.co.jp/product/c1/02gard.html">http://www.ns-kenzai.co.jp/product/c1/02gard.html</a>	防護柵	t
グレーチング蓋	400×800(中分用)	個	2	t	0.1	t/個	0.047	建設物価	P232	グレーチング	t
ヒューム管	外圧管1種B形200×27×2000	本	13	t	1.3	t/本	0.103	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.hume-pipe.org/products/B.pdf">http://www.hume-pipe.org/products/B.pdf</a>	コンクリート管	t
ヒューム管	外圧管1種B形600×50×2430	本	4	t	2.4	t/本	0.660	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.hume-pipe.org/products/B.pdf">http://www.hume-pipe.org/products/B.pdf</a>	コンクリート管	t
フィルター材料	再生砂	m <sup>3</sup>	99	t	172.6	t/m <sup>3</sup>	1.740	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	砂・砂利	t
プレキャストH型擁壁	H=700L=2000	個	3	t	1.5	t/個	0.510	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf</a>	コンクリート製品(擁壁類)	t
プレキャストH型擁壁	H=800L=2000	個	2	t	1.1	t/個	0.565	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf</a>	コンクリート製品(擁壁類)	t
プレキャストH型擁壁	H=900L=1680	個	1	t	0.5	t/個	0.521	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf</a>	コンクリート製品(擁壁類)	t
プレキャストH型擁壁	H=900L=2000	個	18	t	11.0	t/個	0.620	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf</a>	コンクリート製品(擁壁類)	t
スリットプレート	1000×1000	個	4	t	11.1	t/個	3.160	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/02-01_rcb.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/02-01_rcb.pdf</a>	コンクリート製品	t
スリットプレート	1000×1200	個	10	t	32.5	t/個	3.420	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/02-01_rcb.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/02-01_rcb.pdf</a>	コンクリート製品	t
スリットプレート	300×300	個	12	t	6.9	t/個	0.576	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/02-07_mb.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/02-07_mb.pdf</a>	コンクリート製品	t
スリットナット	M12×40	組	1,093	t	0.1	t/組	0.000	建設物価	P58	ボルト・ナット	t

(10) 舗装（橋梁）

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-47 および図 4. 3-59 に示す。

表 4. 3-47 舗装（橋梁）・工事概要

道路種別	一般国道（3種1級）
施工延長	1,267m
車線数	4車線（上下各2車線）
全幅員	17.5m（上下計）
代表工種	掘削工、盛土工、法面整形工、植生工、プレキャスト擁壁工、補強土壁工、舗装工、側溝工、管渠工、集水桝・マンホール工、排水工、縁石工、踏掛版工、防護柵工、区画線工、情報ボックス工、付帯設備工 等

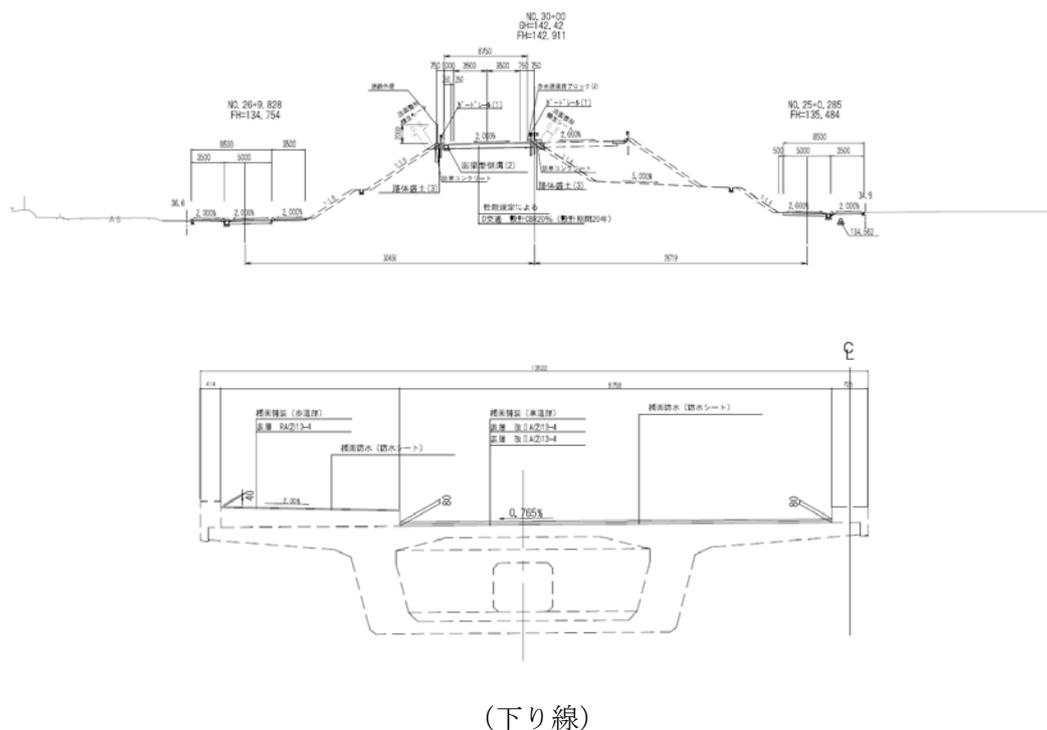


図 4. 3-59 舗装（橋梁）・標準横断面図

② 環境負荷量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- ・ 本工事による二酸化炭素排出量は約 730 トンと試算。
- ・ 資材の環境負荷量のシェアが高い。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-60 および図 4. 3-61 に示す。

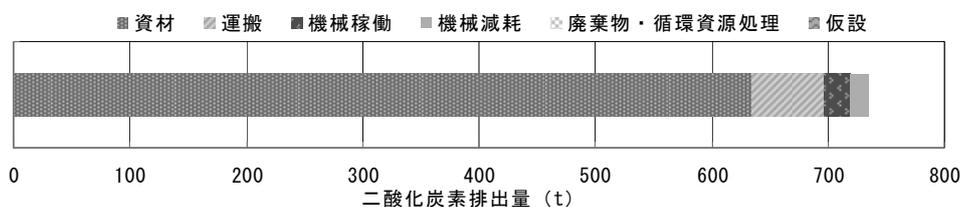


図 4. 3-60 二酸化炭素排出量（工事計）

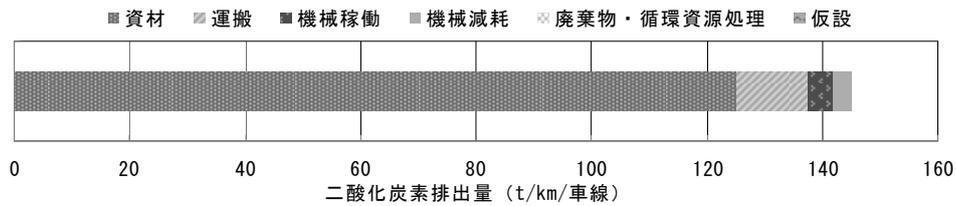


図 4. 3-61 二酸化炭素排出量（車線キロ当り）

イ. 工種別の環境負荷量

- ・ アスファルト合材の使用量が多い舗装工、およびコンクリート製品の使用量が多い側溝工の環境負荷量が多い。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-62 および図 4. 3-63 に示す。

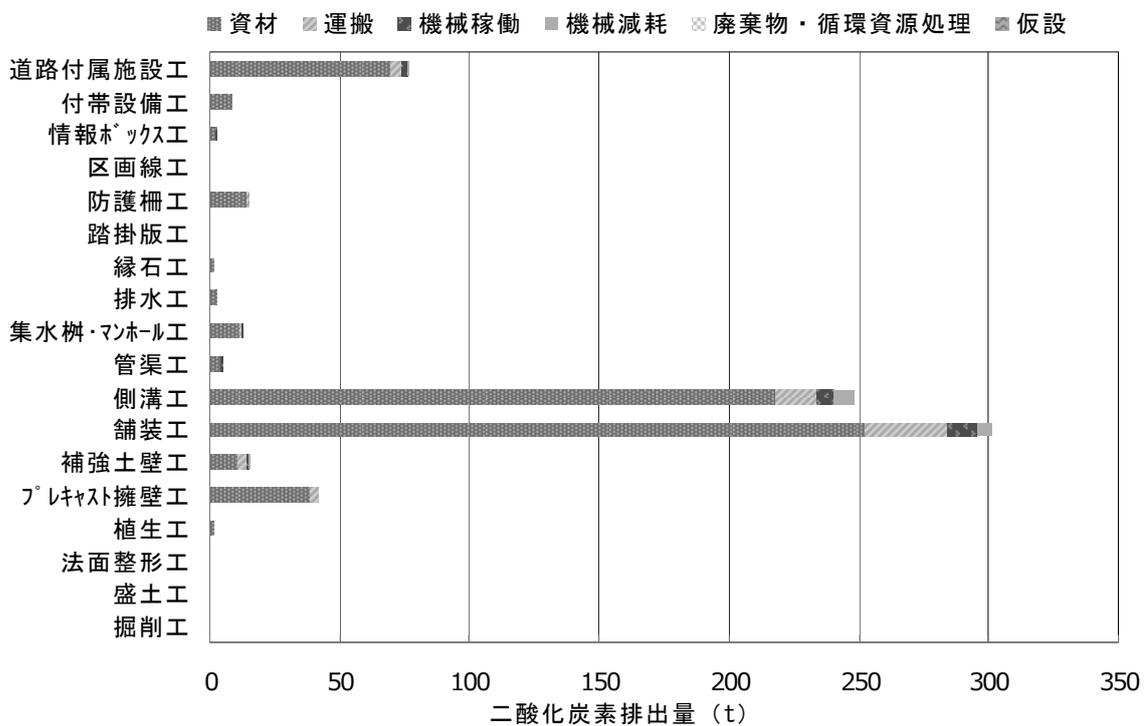


図 4. 3-62 工種別の二酸化炭素排出量

ウ. 資材品目別の環境負荷量

- ・ アスファルト合材、コンクリート製品（排水管・排砂管、RC 製側溝・蓋）の環境負荷量が多く、全体の約 5 割を占める。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-64 に示す。

エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

- ・ バックホウの環境負荷が大きい。

運搬・建設機械の二酸化炭素排出量を図 4. 3-65 に示す。

(参考) 工事数量当りの環境負荷量

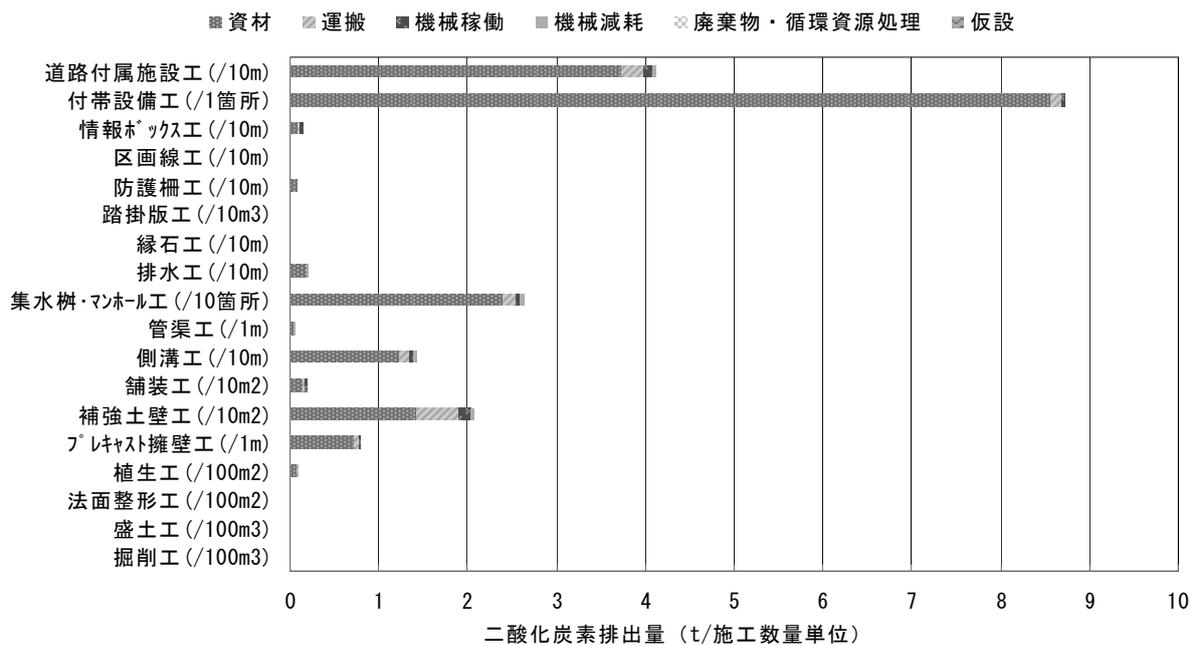


図 4. 3-63 工数量当りの二酸化炭素排出量

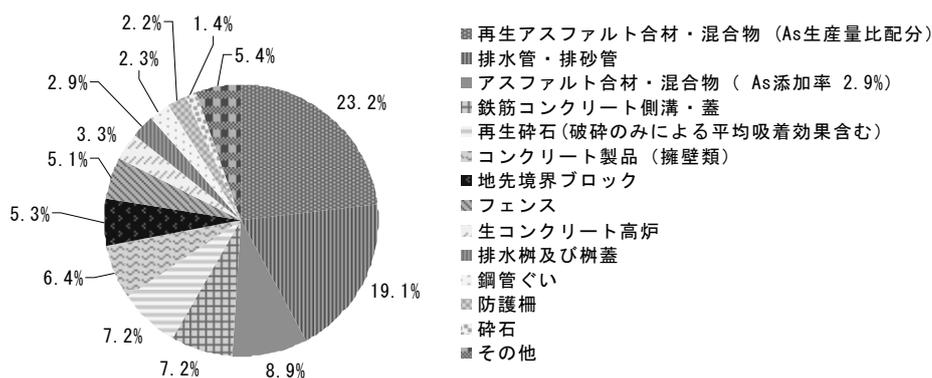


図 4. 3-64 資材品目別の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- ・ みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約 5%、確度の低いみなし原単位のものが全体の 1%に相当。
- ・ 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 9%に相当。
- ・ 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 52%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-66 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-48、表 4. 3-49、表 4. 3-50 に示す。

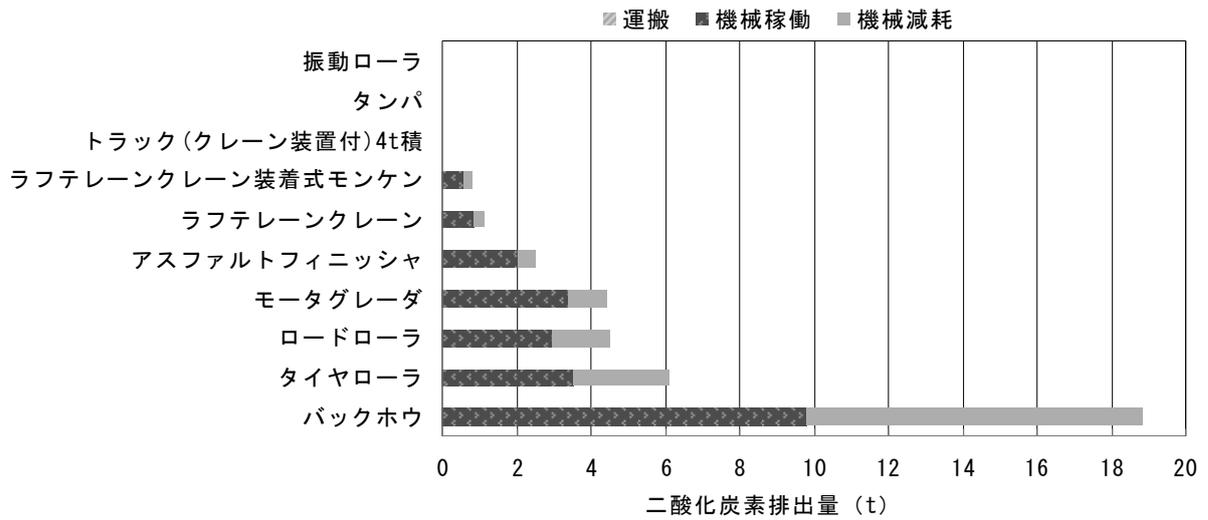


図 4. 3-65 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量

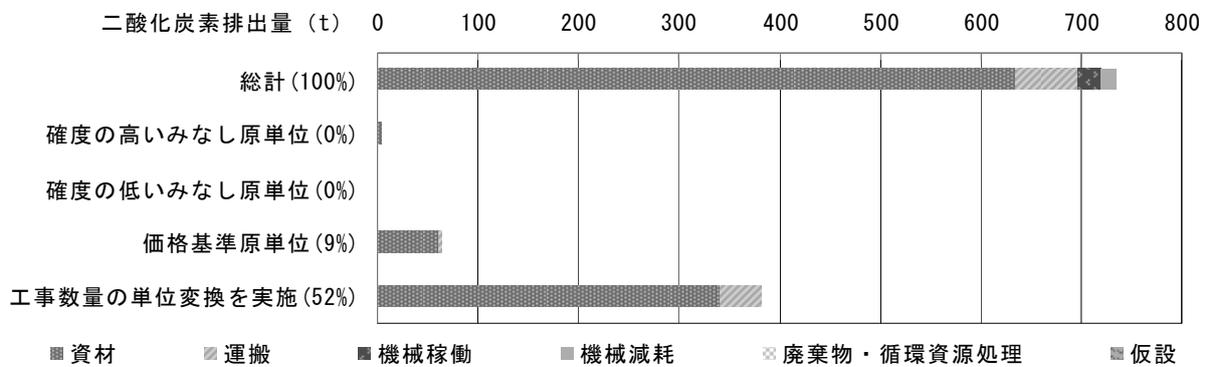


図 4. 3-66 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-48 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
コンクリート樹蓋	(500×500×100)/2	個	8	グレーチング	t	A
コンクリート樹蓋	(600×600×100)/2	個	6	グレーチング	t	A
ジオテキスタイル	壁高6.0m仕様仕上げバック補強材付	m <sup>2</sup>	437	土木シート	t	A
ハンドホール固定板	250用	千円	166	鋼板	千円	B
管路材	本体管φ250	m	201	ポリエチレン(高密度)	t	A
曲管	PUφ300用60°	千円	114	塩化ビニル樹脂	千円	B
法面工(植生シート)	肥料袋無(標準品)	千円	1,143	芝・種子	千円	A
埋設表示シート	W=300 2倍水抜き穴3個	千円	59	土木シート	千円	B
目隠板	無孔板H=2030支柱・金具含む	千円	4,650	フェンス	千円	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-49 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位名
L型受枠	GMF	千円	56	コンクリート製品
U型側溝ソケット付	300×300×600	千円	87	コンクリート製品
ハンドホール固定板	250用	千円	166	鋼板
ハンドホール鉄ぶた	歩道用	千円	178	鋳鉄品
プレキャストL型擁壁(防護柵基礎)		千円	476	コンクリート製品 (擁壁類)
基礎砕石費18%		千円		砕石
基礎砕石費19%		千円		砕石
曲管	PUφ300用60°	千円	114	塩化ビニル樹脂
中央分離帯柵	D300用グレーチング込み	千円	722	排水柵及び柵蓋
歩車道境界ブロック	FK-1e-20	千円	9	地先境界ブロック
歩車道境界ブロック	FK-1f-20(両面)	千円	2	地先境界ブロック
歩車道境界ブロック	FK-1両面	千円	561	地先境界ブロック
歩車道境界ブロック	円形水路用FK-2水抜孔付	千円	698	地先境界ブロック
歩車道境界ブロック	中分柵用FK-2水抜孔付	千円	10	地先境界ブロック
法面工(植生シート)	肥料袋無(標準品)	千円	1,143	芝・種子
埋設表示シート	W=3002倍水抜き穴3個	千円	59	土木シート
目隠板	無孔板H=2030支柱・金具含む	千円	4,650	フェンス

表 4. 3-50 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数			環境負荷原単位		
						単位	係数	依据	依据詳細	原単位名	単位
アスファルト乳剤	PK-37ライムコト用	L	13,784	t	13.784	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
アスファルト乳剤	PK-47ウツト用	L	5,663	t	5.663	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
グレーチング蓋	T-25L型受枠用	枚	7	t	0.330	t/個	0.047	建設物価	P232	グレーチング	t
グレーチング柵蓋	400用T-25	個	3	t	0.142	t/個	0.047	建設物価	P232	グレーチング	t
グレーチング柵蓋	T-25400用	個	3	t	0.142	t/個	0.047	建設物価	P232	グレーチング	t
コンクリート柵蓋	(500×500×100)/2	個	8	t	0.280	t/個	0.035	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.aizawa-group.co.jp/fukagawa/CD">http://www.aizawa-group.co.jp/fukagawa/CD</a>	グレーチング	t
コンクリート柵蓋	(600×600×100)/2	個	6	t	0.306	t/個	0.051	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.aizawa-group.co.jp/fukagawa/CD">http://www.aizawa-group.co.jp/fukagawa/CD</a>	グレーチング	t
コンクリート用骨材砂	洗い細目	m <sup>3</sup>	0	t	0.037	t/m <sup>3</sup>	1.740	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート用骨材 砂利・砂	t
タテ杭材	壁高6.0m仕様仕上げリブ補強材付	m <sup>2</sup>	437	t	0.379	t/m <sup>2</sup>	0.001	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.takiron.co.jp/product/detail5.php?c0=111">http://www.takiron.co.jp/product/detail5.php?c0=111</a>	土木シート	t
ハンドホール	1200×600×1200	個	1	t	2.081	t/個	2.081	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.ooke.net/catalog/pdf/hand.pdf">http://www.ooke.net/catalog/pdf/hand.pdf</a>	ハンドホール	t
プレキャストL型擁壁	1373/1472×2000天端斜切	個	1	t	2.080	t/個	2.080	メーカー・協会資料等(補間)	<a href="http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf">http://www.haneda.com/hanecon/pdf/01-05_12touchw.pdf</a>	コンクリート製品(擁壁類)	t

(11) 舗装（トンネル）

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-51 および図 4. 3-67 に示す。

表 4. 3-51 舗装（トンネル）・工事概要

道路種別	一般国道（3種3級）
施工延長	642m
車線数	2車線（片側1車線）
全幅員	12.3m
代表工種	道路土工、舗装工、側溝工、集水枡・マンホール工、縁石工、道路付属施設工 等

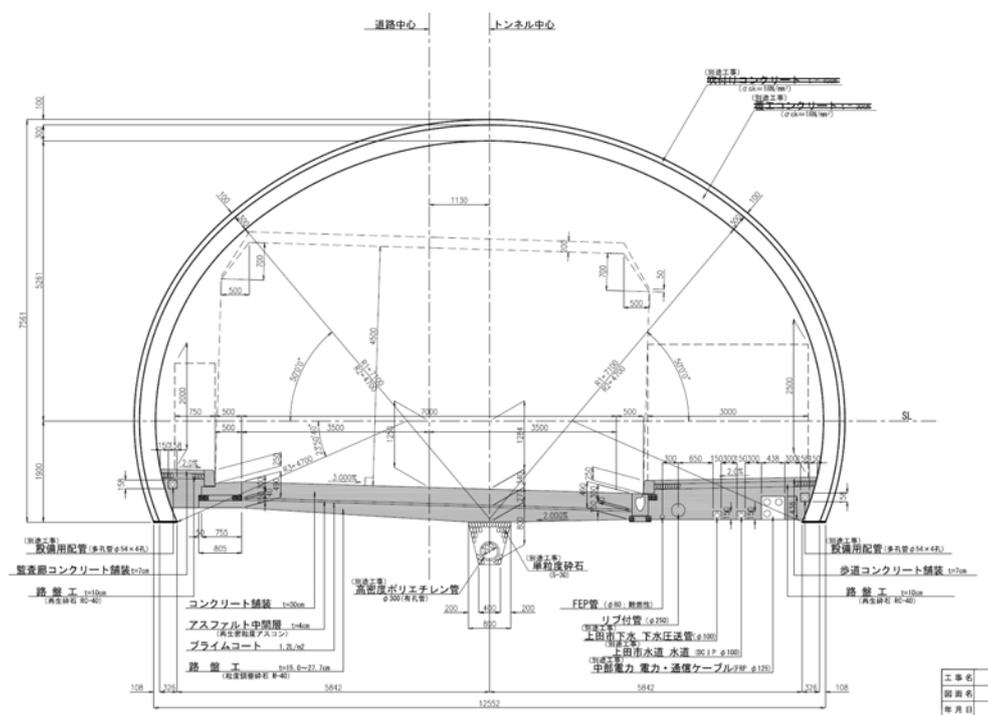


図 4. 3-67 舗装（トンネル）・標準横断面図

② 環境負荷量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- ・ 本工事による二酸化炭素排出量は約 150 トンと試算。
- ・ 資材の環境負荷量のシェアが高い。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-68 および図 4. 3-69 に示す。

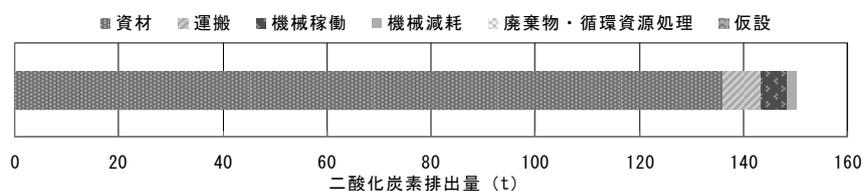


図 4. 3-68 二酸化炭素排出量（工事計）

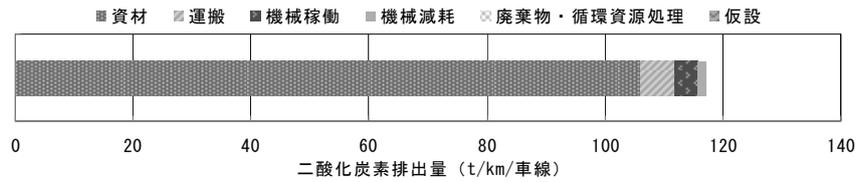


図 4. 3-69 二酸化炭素排出量 (車線キロ当り)

イ. 工種別の環境負荷量

・ コンクリート製品の使用量が多い側溝工の環境負荷量が多い。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-70 および図 4. 3-71 に示す。

注) 舗装工は、車道部分の積算がユニットプライス適用のため未計算、歩道舗装工のみを計上。

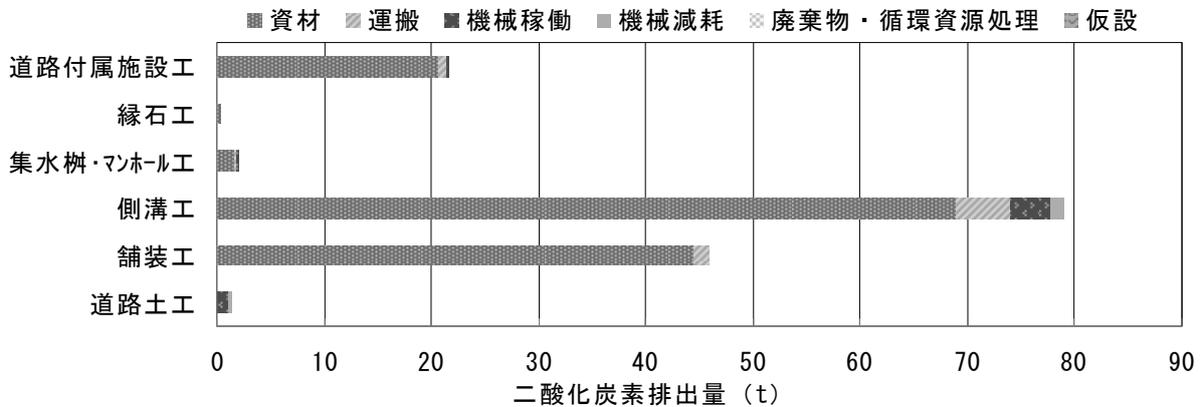


図 4. 3-70 工種別の二酸化炭素排出量

(参考) 工事数量当りの環境負荷量

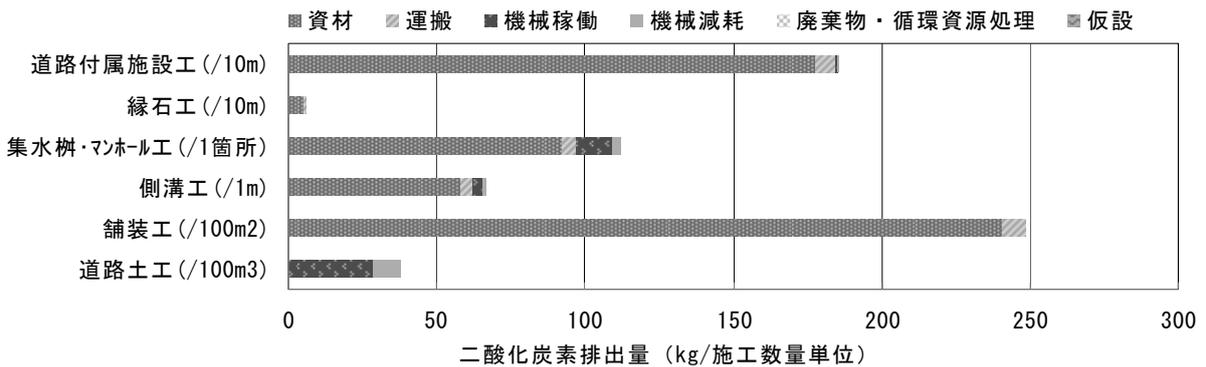


図 4. 3-71 施工数量当りの二酸化炭素排出量

ウ. 資材品目別の環境負荷量

・ 生コンクリートおよびコンクリート製品の環境負荷量が多く、全体の約 8 割を占める。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-72 に示す。

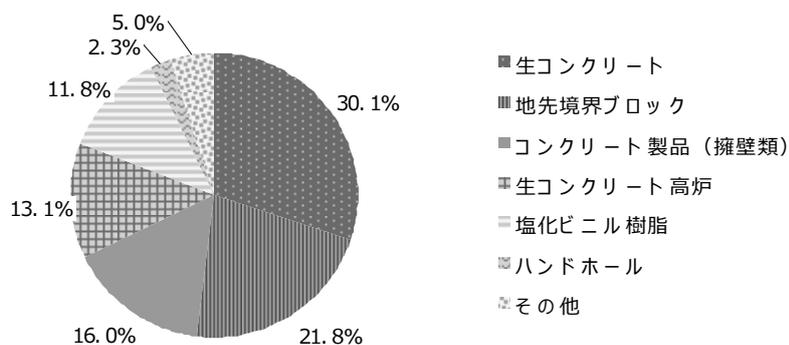


図 4. 3-72 資材品目別の二酸化炭素排出量

エ. 運搬・建設機械の環境負荷量

- バックホウの環境負荷が顕著に大きい。

運搬・建設機械の二酸化炭素排出量を図 4. 3-73 に示す。

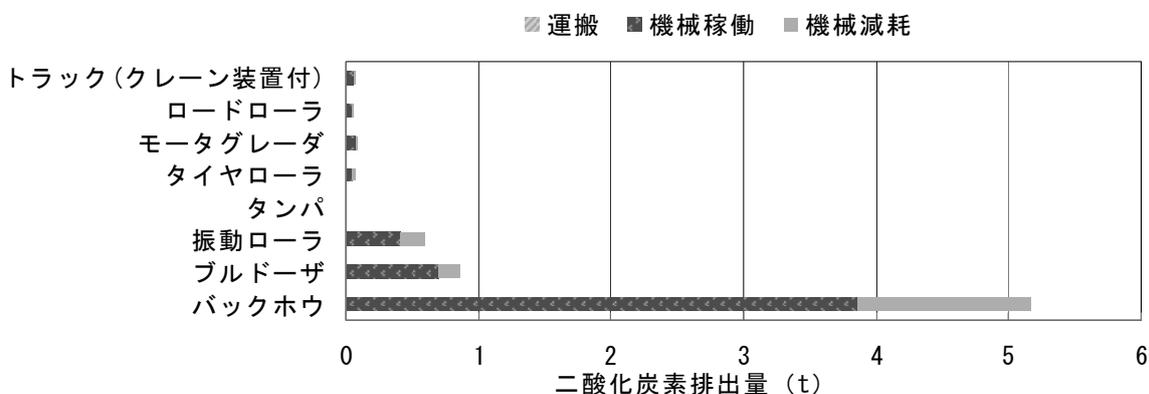


図 4. 3-73 運搬・建設機械の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約 1%、確度の低いみなし原単位のものが全体の 3%に相当。
- 価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 3%に相当。
- 重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 50%に相当。

みなし原単位適用および工事数量単位変換実施率を図 4. 3-74 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-52、表 4. 3-53、表 4. 3-54 に示す。

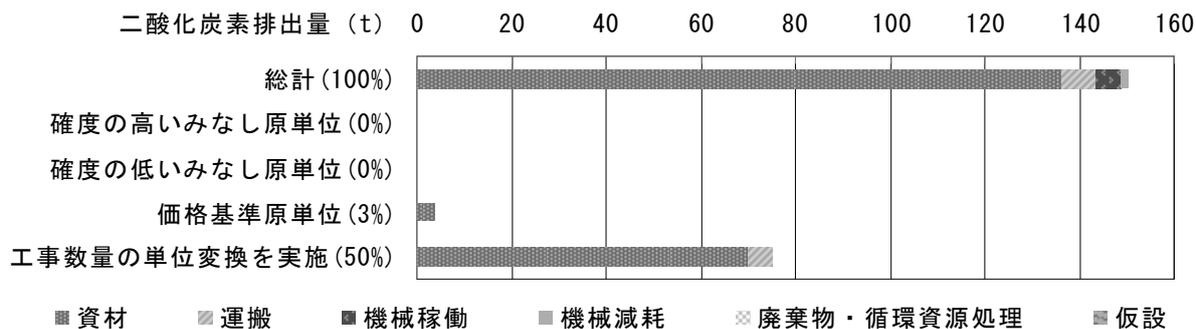


図 4. 3-74 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-52 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
埋設標示シート	W=3002倍	千円	173	塗工紙・建設用加工紙	千円	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-53 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位名
リブ管用が外スリーブ	φ250	千円	259	塩化ビニル樹脂
基礎砕石費18%		千円		砕石
基礎砕石費19%		千円		砕石
樹脂発泡体目地板	厚20mm30倍	千円	13	樹脂発泡体目地板
内管用が外スリーブ	φ50x1620	千円	192	塩化ビニル樹脂
埋設標示シート	W=3002倍	千円	173	塗工紙・建設用加工紙
目地板	樹脂発泡体(30倍)t=20	千円	8	樹脂発泡体目地板

表 4. 3-54 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数			環境負荷原単位		
						単位	係数	依拠	依拠詳細	原単位名	単位
アスファルト乳剤	PK-3アスファルト用	L	2,822	t	2.822	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
ハンドホール	1200x600	個	4	t	8.324	t/個	2.081	メーカー・協会資料等	http://www.ooike.net/catalog/pdf/hand.pdf	ハンドホール	t
プレキャスト集水樹	B170、L600、グレーチング付	個	12	t	0.757	t/箇所	0.063	メーカー・協会資料等(補間)	http://www.soikk.co.jp/product/product01/cell.html	排水樹及び樹蓋	t
管路材(さや管)	VU50	m	4,686	t	5.258	t/m	0.001	メーカー・協会資料等	http://homepage1.nifty.com/shincoo/m181kanza-i-vp.vu.html#9	塩化ビニル樹脂	t
管路材(本体管)	リブ付管φ250	m	586	t	9.080	t/m	0.016	メーカー・協会資料等	http://homepage1.nifty.com/shincoo/m181kanza-i-vp.vu.html#9	塩化ビニル樹脂	t
再生カッターラン	RC-40	m <sup>3</sup>	58	t	118.122	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	再生砕石(破砕のみによる平均吸着効果含む)	t
側溝蓋	GC-B600-L600	個	12	t	0.924	t/個	0.077	建設物価	P211	鉄筋コンクリート側溝・蓋	t
波付硬質ポリエチレン電線管	FEP80mm	m	584	t	0.409	t/m	0.001	メーカー・協会資料等	http://www.furukawa.co.jp/tukuru/pdf/kanro/kanro_eflex.pdf	ポリエチレン(高密度)	t
薄型円形側溝	H250*B170	個	284	t	57.226	t/個	0.202	メーカー・協会資料等	http://www.izcon.jp/product/road_usugata_enkei.html	コンクリート製品(擁壁類)	t
歩車道境界ブロック	180/205x250x800(集水樹部用)	個	12	t	0.792	t/個	0.066	建設物価	P210	地先境界ブロック	t
歩車道境界ブロック	片面180/210x300x600(C)	個	954	t	77.250	t/個	0.081	建設物価	P210	地先境界ブロック	t
粒度調整砕石	M-40	m <sup>3</sup>	83	t	168.766	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	砕石	t

### 4. 3. 3 施工レベルにおける LCI 結果のまとめ

4. 3. 2 の(1)、(3)、(5)、(7)、(8)、(9)、(10)、(11)の試算結果より、1車線・1km 当り二酸化炭素排出量の構造物間の比較を図 4. 3-75 および図 4. 3-76 に示す。

- ・ 鋼材の使用量が多いため、橋梁（鋼橋）上部工の環境負荷量が顕著に多い。
- ・ 資材使用量の少ない土工では、機械関連の環境負荷のシェアが高い。

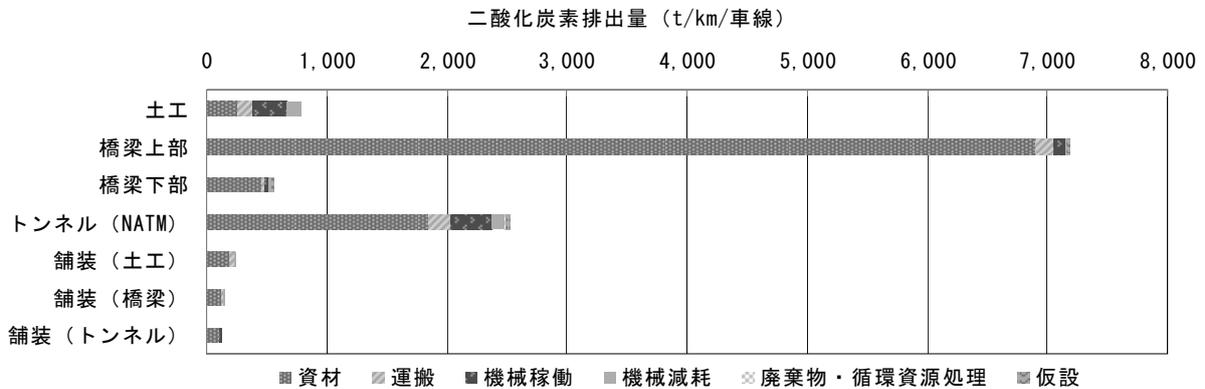


図 4. 3-75 二酸化炭素排出量の構造物間の比較

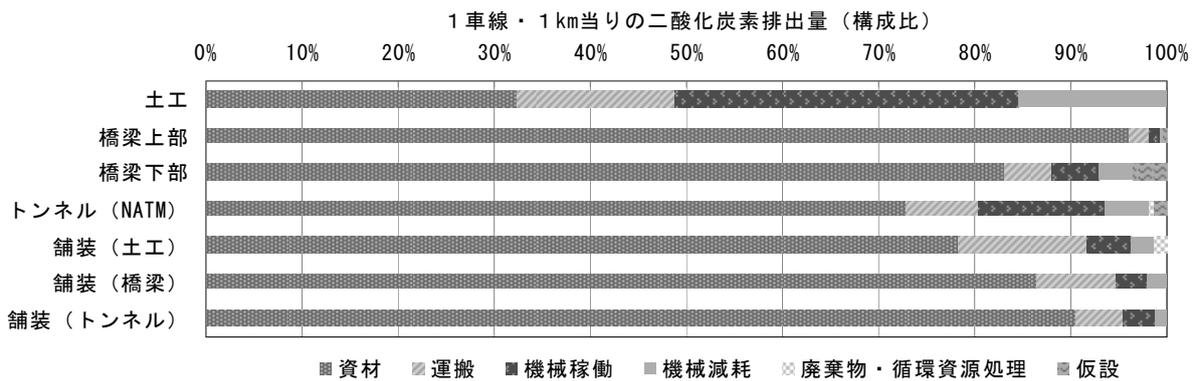


図 4. 3-76 二酸化炭素排出量の構造物間の比較（構成比）

#### 4. 3. 4 設計レベルにおける道路構造物の試算対象

設計レベルにおける道路構造物の LCI 試算を実施した。

予備設計レベルの（概算）工事数量データに基づき、表 4. 3-55 に示す 18 事例について設計レベルの LCI を試算した。うち、土工、橋梁、トンネルの道路構造物毎に代表事例をそれぞれ 1 事例選定（No. 06、No. 13、No. 18）し、次頁以降に試算結果を示す。

表 4. 3-55 設計レベルの LCI 試算事例

No.	構造形式	規格	地方	施工延長 (m)	全幅員 (m)	車線数 (合計)	歩道	頁
01	土工	高速・自専道	関東	12,200	23.0	4	なし	
02			北陸	6,570	12.0	2	なし	
03			中部	2,200	23.5	4	なし	
04			中国	5,264	12.0	2	なし	
05			四国	3,140	12.0	2	なし	
06		一般道	東北	6,000	24.5	4	片側	4-90
07			近畿	4,900	23.3	4	両側	
08			四国	1,200	29.0	4	両側	
09	橋梁	高速・自専道	北陸	86	10.5	2	なし	
10			中部	845	10.8	4	なし	
11				175	10.8	2	なし	
12				170	10.0	2	なし	
13					近畿	91	9.3	2
14				101	9.3	2	なし	
15	トンネル	高速・自専道	四国	1,915	10.5	2	なし	
16				940	10.5	2	なし	
17				670	10.5	2	なし	
18		一般道		4,187	8.0	2	なし	4-96

#### 4. 3. 5 設計レベルにおける LCI 結果

##### (1) 土工 (表 4. 3-55 No.06)

##### ① 工事概要

工事概要を表 4. 3-56 および図 4. 3-77 に示す。

表 4. 3-56 土工・工事概要

道路種別	一般道路 (3 種 1 級)
施工延長	6,000m
車線数	4 車線 (片側 2 車線)
全幅員	24.5m
法面形式	法面整形、法枠+緑化、植生マット
代表工種	土工、法面工、排水工、舗装工、中央分離帯工、道路附属施設工、現場打コンクリート工

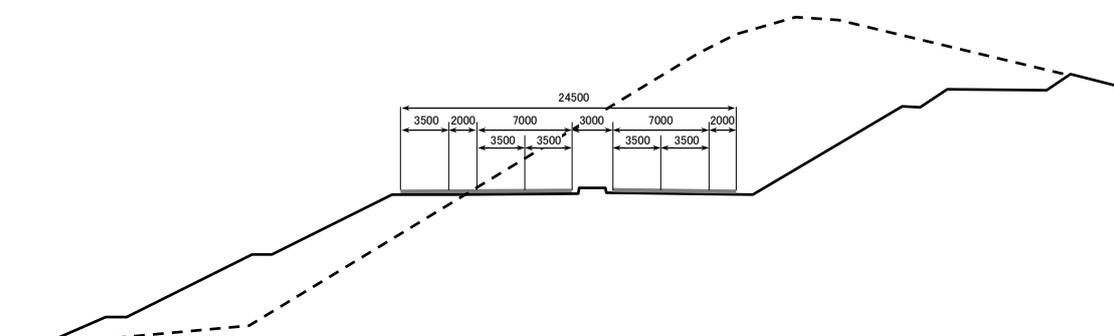


図 4. 3-77 土工・標準横断面図

##### ② 二酸化炭素排出量の試算結果

##### ア. 施工全体の環境負荷量

・本工事による二酸化炭素排出量の内訳は、資材 63%、運搬 19%、機械稼働 15%、機械減耗 12%。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-78 に示す。

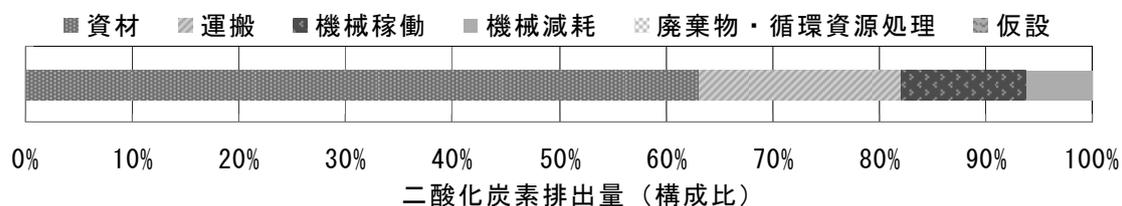


図 4. 3-78 二酸化炭素排出量 (構成比)

##### イ. 工種別の環境負荷量

・土工は掘削土の運搬量が多いため、運搬の環境負荷量の占める割合が大きい。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-79 に示す。

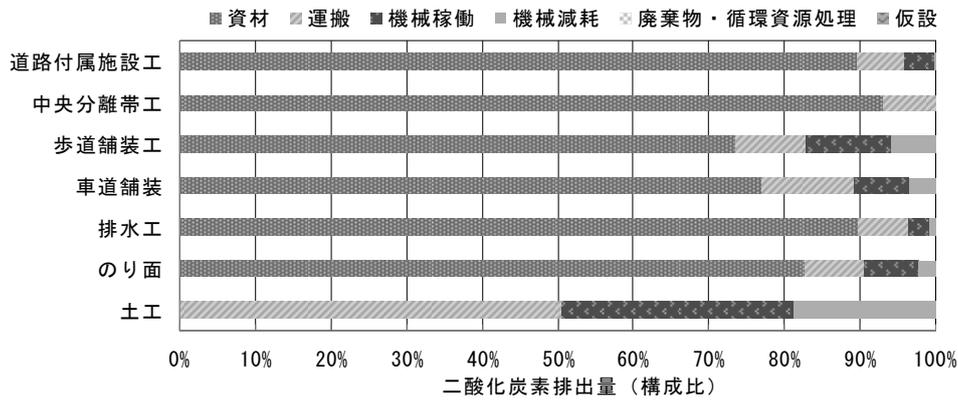


図 4. 3-79 工種別の二酸化炭素排出量（構成比）

ウ. 資材品目別の環境負荷量

・側溝などのコンクリート製品や、アスファルト合材からの環境負荷量が多く、これらの合計で全体の約6割を占める。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-80 に示す。

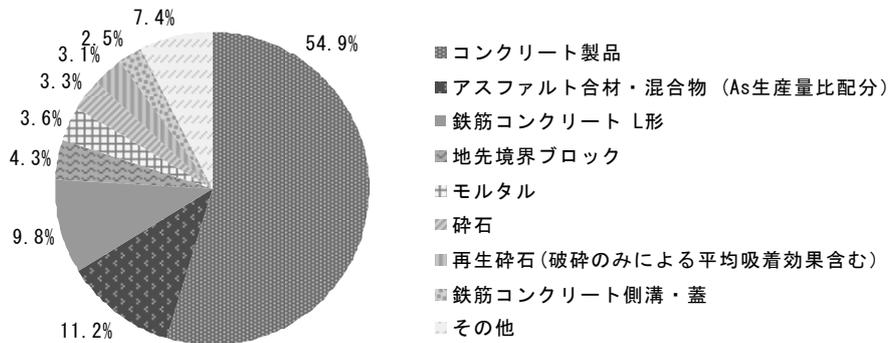


図 4. 3-80 資材品目別の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- ・みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約1%に相当。
- ・価格基準の環境負荷原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は全体の約1%に相当。
- ・重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約42%に相当。

みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率を図 4. 3-81 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-57、表 4. 3-58 および表 4. 3-59 に示す。

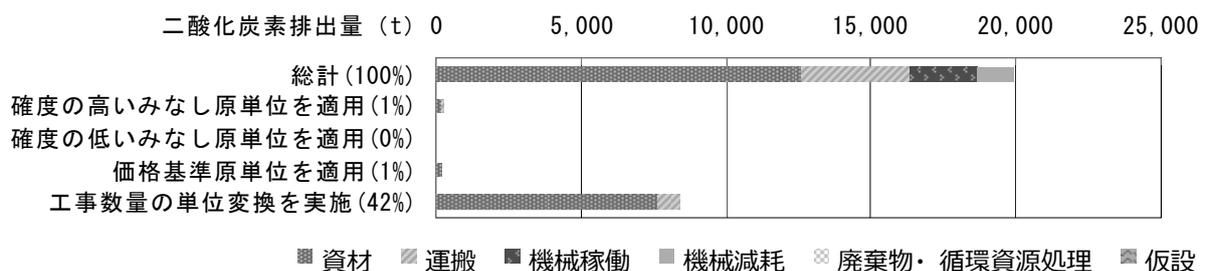


図 4. 3-81 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-57 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
植生基盤材・植生マット	土砂	m <sup>2</sup>	79,101	土工材	t	A
足掛金具		箇所	125	鉄筋コンクリート用棒鋼	t	A
再生瀝青安定処理	t=8cm,40	m <sup>2</sup>	111,446	碎石	t	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-58 価格基準原単位を適用した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	金額(千円)	環境負荷原単位名
函渠	函渠ウイング等	基	7	28,490	コンクリート製品

表 4. 3-59 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数				環境負荷原単位	
						単位	係数	依拠	依拠詳細	原単位名	単位
U形用蓋	1種 600 74×7.5×60	個	144	t	11.088	t/個	0.077	建設物価	P211	鉄筋コンクリート側溝・蓋	t
アスファルト乳剤	PK-3 アスファルト用	L	1,114	t	1.114	t/L	0.001	メーカー・協会資料等	日本アスファルト乳剤協会規格	アスファルト	t
クワシャー	C-40	m <sup>3</sup>	22	t	45.775	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	碎石	t
グレーチング蓋	500*500用	個	2	t	0.076	t/個	0.038	建設物価	P232	グレーチング	t
コンクリート蓋	500*500用	個	36	t	5.4	t/箇所	0.150	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t
コンクリート蓋	600*600用	個	4	t	0.9	t/箇所	0.235	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t
管取付壁	φ1200*1200	個	1	t	1.2	t/個	1.152	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t
高密度ポリエチレン管	φ400	m	10	t	0.1	t/m	0.009	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf">http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf</a>	ポリエチレン(高密度)	t
高密度ポリエチレン管	φ600	m	429	t	7.5	t/m	0.018	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf">http://www.daikapolymer.co.jp/pdf/kdpress.pdf</a>	ポリエチレン(高密度)	t
砂	埋戻し用	m <sup>3</sup>	194	t	338.4	t/m <sup>3</sup>	1.740	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	砂・砂利	t
再生クワシャー	RC-40	m <sup>3</sup>	410	t	835.7	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	再生碎石(破砕のみによる平均吸着効果含む)	t
斜壁	600/900*300	個	1	t	0.1	t/個	0.058	個別計算	土木工事数量算出要領(案)(国総研)	コンクリート製品	t

(2) 橋梁 (表 4. 3-55 No.13)

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-60 および図 4. 3-82 に示す。

表 4. 3-60 橋梁・工事概要

道路種別	自動車専用道路 (1 種 3 級)
橋長	90.6m
車線数	2 車線 (片側 1 車線) ※上り線
全幅員	9.26m
上部構造形式	鋼 2 径間連続合成鉄桁
代表工種	工場塗装工、床版工、舗装工、橋梁附属物工、橋台躯体工、橋脚躯体工、基礎杭工

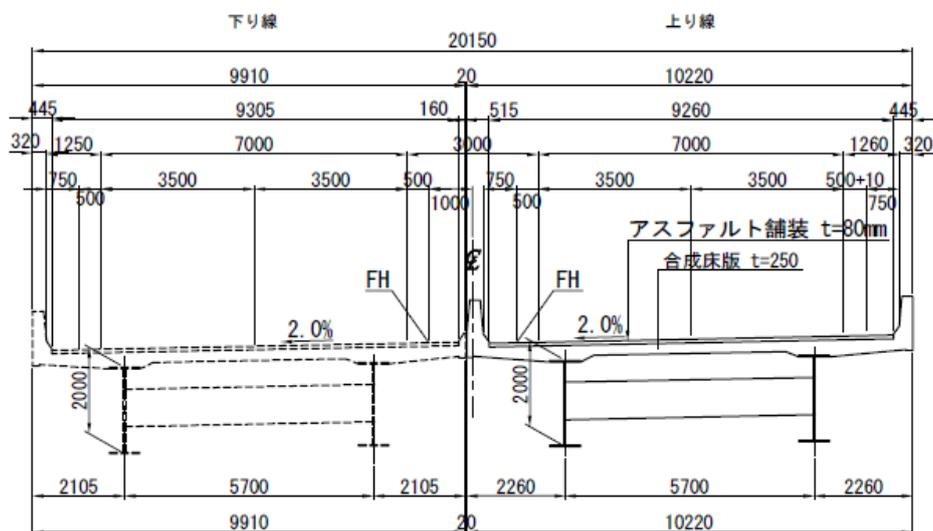


図 4. 3-82 橋梁・標準横断面図

② 二酸化炭素排出量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

- ・本工事による二酸化炭素排出量の内訳は、資材 94%、運搬 2%、機械稼働 3%、機械減耗 1% で、資材からの排出がほとんど。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-83 に示す。

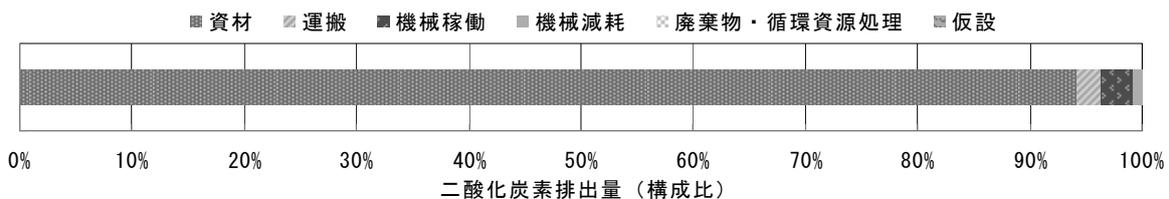


図 4. 3-83 二酸化炭素排出量 (構成比)

イ. 工種別の環境負荷量

- ・架設と輸送工以外は、資材の環境負荷量の比率が高い。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-84 に示す。

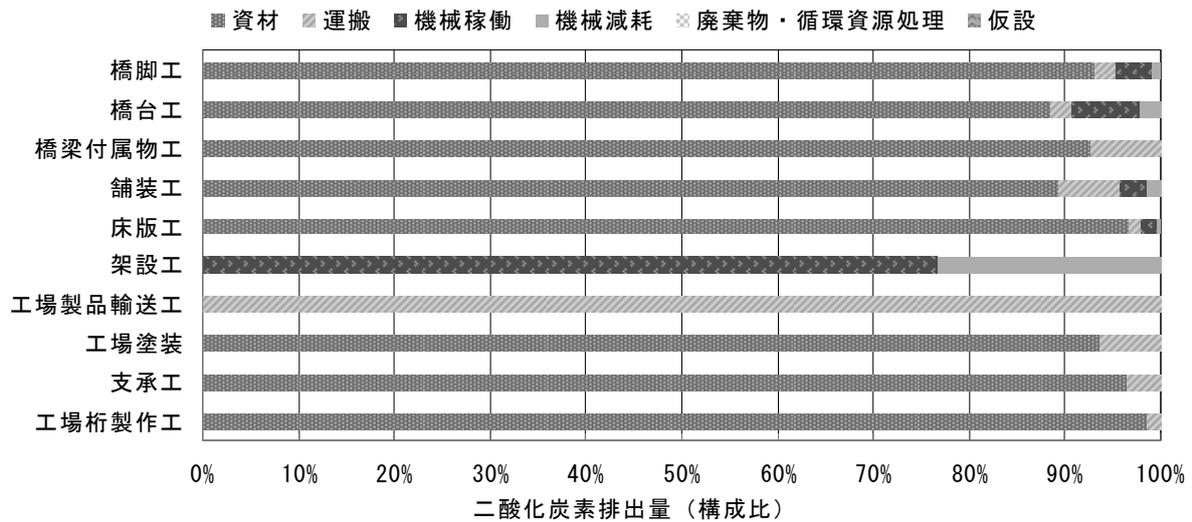


図 4. 3-84 工種別の二酸化炭素排出量（構成比）

ウ. 資材品目別の環境負荷量

・生コンクリートと鋼板・鋼材の環境負荷量が多く、合計で全体の約9割を占める。

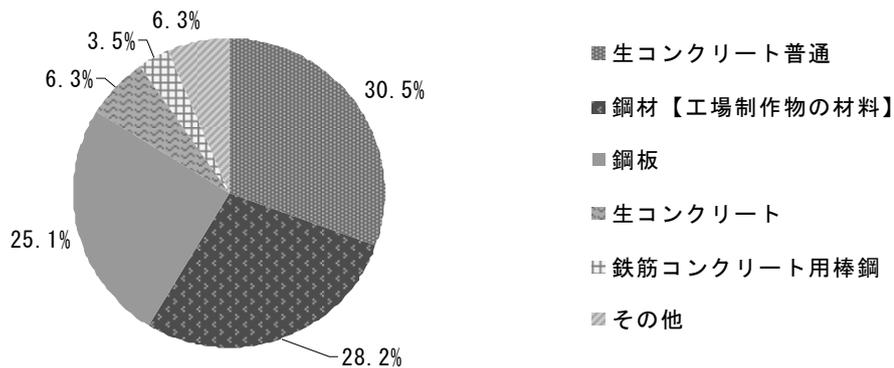


図 4. 3-85 資材品目別の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

- ・みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約2%に相当。
- ・重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約1%に相当。

みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率を図 4. 3-86 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-61、表 4. 3-62 および表 4. 3-63 に示す。

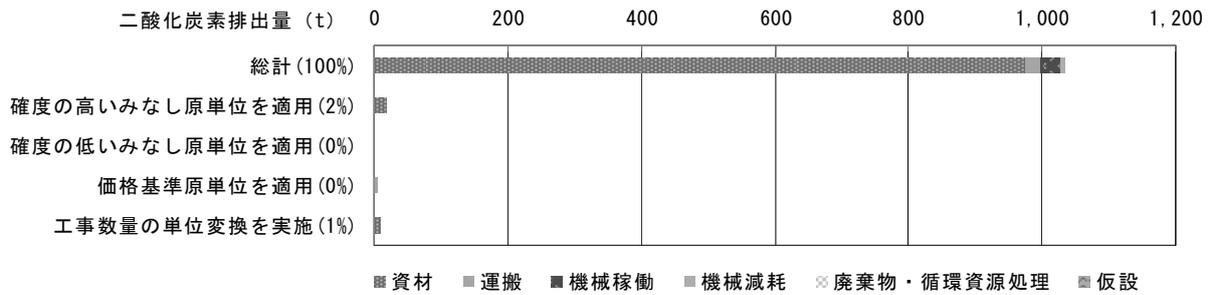


図 4. 3-86 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-61 みなし原単位を適用した資材等

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
コンクリート膨張材		m <sup>2</sup>	934	コンクリート混和・混入材	t	A
排水装置	20mに1箇所計上 本体	t	0	建設用金属製品	t	A
地覆・高欄	H=650mm	t	7	防護柵	t	A
基礎材		m <sup>3</sup>	13	再生砕石 (吸着効果なし)	t	A

※水準 A：精度の高いみなし原単位、水準 B：精度の低いみなし原単位

表 4. 3-62 価格基準原単位を適用した資材等

名称	規格	元の単位	元の数量	金額 (千円)	環境負荷原単位名
工場製品輸送		t	151	1,042	道路貨物輸送 (除自家輸送)

表 4. 3-63 重量に単位変換した資材等

名称	規格	元の単位	元の数量	変換後単位	変換後数量	単位換算係数				環境負荷原単位		
						単位	係数	依拠	依拠詳細	備考	原単位名	単位
錆安定化処理		m <sup>2</sup>	671	kg	288.5	kg/m <sup>2</sup>	0.430	建設物価	P172	カプテンコート Mを仮定	塗料	kg
塗装 (外面)		m <sup>2</sup>	1,677	kg	285.1	kg/m <sup>2</sup>	0.170	建設物価	P168	エポキシ樹脂 塗料を仮定	塗料	kg
舗装	アスファルト t=80mm	m <sup>2</sup>	846	t	159.1	t/m <sup>2</sup>	0.188	指針等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)	密粒度アスファルトを仮定	アスファルト合材・混合物 (As 生産量比配分)	t
基礎材		m <sup>3</sup>	13	t	26.1	t/m <sup>3</sup>	2.040	ガイドライン等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)		再生砕石 (吸着効果なし)	t

(3) 橋梁 (表 4. 3-55 No.18)

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-64 および図 4. 3-87 に示す。

表 4. 3-64 トンネル・工事概要

道路種別	一般国道 (3 種 2 級)
施工延長	4,200m
車線数	2 車線 (片側 1 車線)
全幅員	8.0m
工法	NATM (発破)
代表工種	掘削工、支保工、ロックボルト工、覆土工、排水工、舗装工

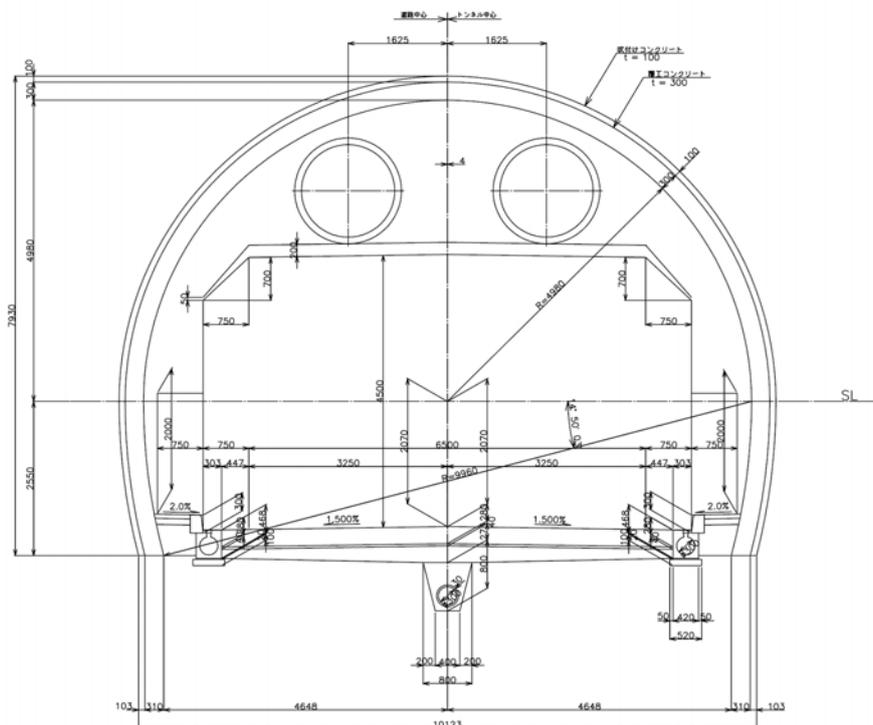


図 4. 3-87 トンネル (NATM) ・標準横断面図

② 二酸化炭素排出量の試算結果

ア. 施工全体の環境負荷量

・本工事による二酸化炭素排出量の内訳は、資材 78%、運搬 10%、機械稼働 10%、機械減耗 3%。機械関連の環境負荷がやや多い。

施工全体の二酸化炭素排出量を図 4. 3-88 に示す。

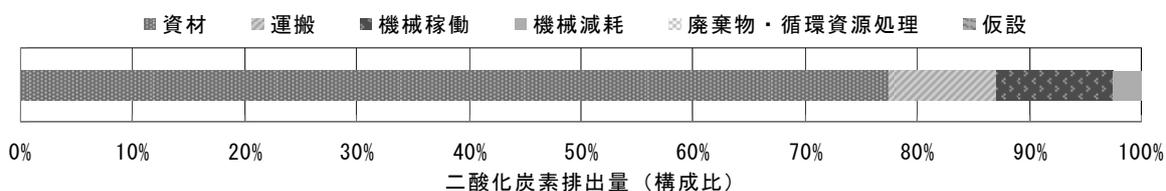


図 4. 3-88 二酸化炭素排出量 (構成比)

イ. 工種別の環境負荷量

・掘削工や支保工は機械の稼働量が多いため、機械関連の環境負荷量の占める割合が大きい。

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-89 に示す。

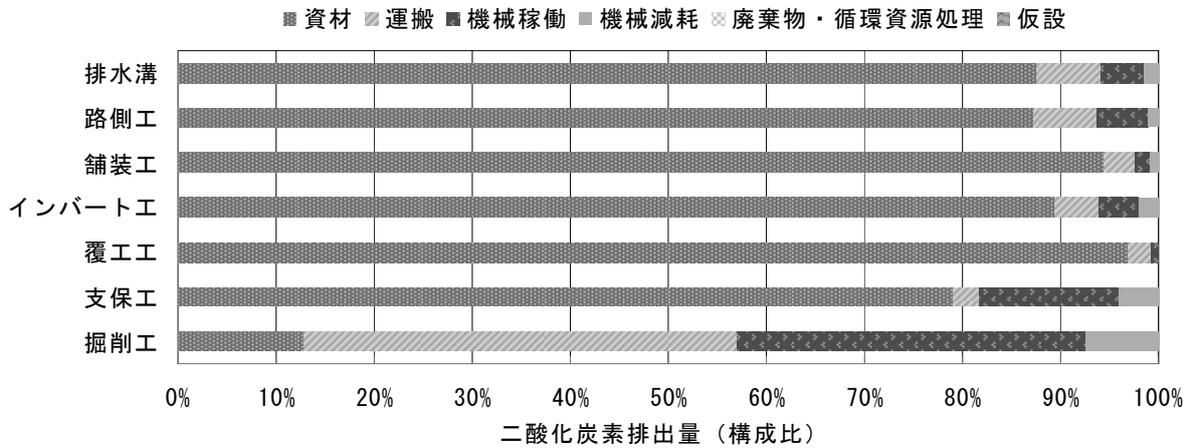


図 4. 3-89 工種別の二酸化炭素排出量（構成比）

ウ. 資材品目別の環境負荷量

・生コンクリートやコンクリート製品（排水管・排砂管）の環境負荷量が多く、全体の約 8 割以上を占める。

資材品目別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-90 に示す。

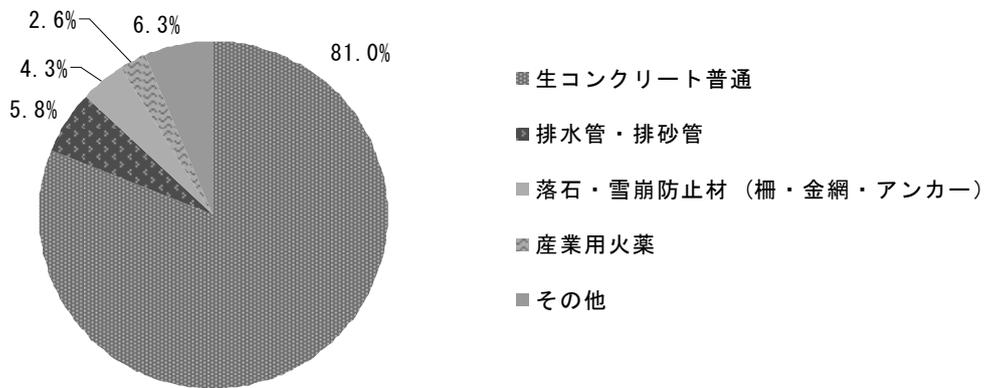


図 4. 3-90 資材品目別の二酸化炭素排出量

③ 品目が不明確な場合の確からしさの検討

・みなし原単位を適用した資材等の二酸化炭素排出量は、確度の高いみなし原単位のものが全体の約 5%に相当。  
 ・重量への単位変換を行った資材等の二酸化炭素排出量は全体の約 22%に相当。

みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率を図 4. 3-91 に示し、みなし原単位適用および工事数量単位変換実施した資材等を表 4. 3-65 および表 4. 3-66 に示す。

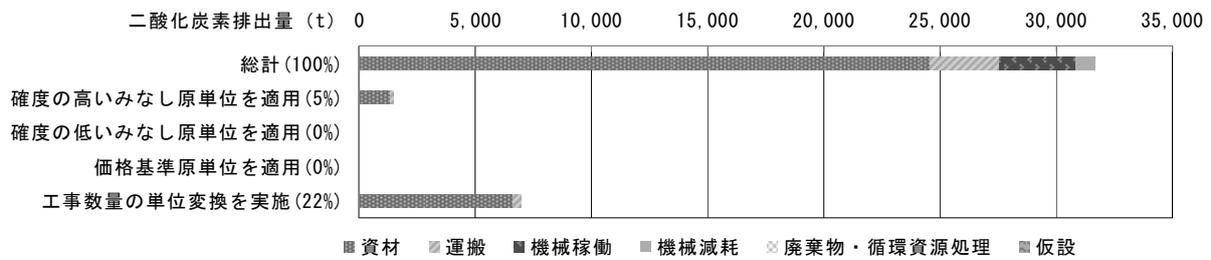


図 4. 3-91 みなし原単位適用・工事数量単位変換実施率

表 4. 3-65 みなし原単位を適用した資材等の例

名称	規格	単位	数量	環境負荷原単位		
				みなし原単位名	単位	水準
円形側溝	D300	m	8,400	排水管・排砂管	t	A
管渠	D300	m	4,200	排水管・排砂管	t	A

※水準 A：確度の高いみなし原単位、水準 B：確度の低いみなし原単位

表 4. 3-66 重量に単位変換した資材等の例

名称	規格	元の 単位	元の 数量	変換後 単位	変換後 数量	単位換算係数				環境負荷原単位		
						係数	依据	依据詳細	備考	原単位名	単位	
ロックボルト	L=3.0	本	22,637	t	206.5	t/本	0.009	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ドライモルタル		m <sup>3</sup>	5	t	11.2	t/m <sup>3</sup>	2.100	ガイドライン等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)	アクリル系材料 みなし	モルタル	t
防水シート		m <sup>2</sup>	51,049	t	56.2	t/m <sup>2</sup>	0.001	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm">http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm</a>		土木シート	t
ロックボルト	L=3.0	本	13,125	t	119.7	t/本	0.009	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ドライモルタル		m <sup>3</sup>	381	t	800.7	t/m <sup>3</sup>	2.100	ガイドライン等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)	アクリル系材料 みなし	モルタル	t
防水シート		m <sup>2</sup>	23,405	t	25.7	t/m <sup>2</sup>	0.001	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm">http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm</a>		土木シート	t
ロックボルト	L=4.0	本	3,835	t	61.1	t/本	0.016	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ロックボルト	L=4.0	本	1,180	t	18.8	t/本	0.016	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ドライモルタル		m <sup>3</sup>	1	t	1.4	t/m <sup>3</sup>	2.100	ガイドライン等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)	アクリル系材料 みなし	モルタル	t
防水シート		m <sup>2</sup>	6,219	t	6.8	t/m <sup>2</sup>	0.001	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm">http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm</a>		土木シート	t
ロックボルト	L=4.0	本	892	t	14.2	t/本	0.016	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ロックボルト	L=4.0	本	274	t	4.4	t/本	0.016	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ドライモルタル		m <sup>3</sup>	0	t	0.3	t/m <sup>3</sup>	2.100	ガイドライン等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)	アクリル系材料 みなし	モルタル	t
防水シート		m <sup>2</sup>	1,404	t	1.5	t/m <sup>2</sup>	0.001	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm">http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm</a>		土木シート	t
ロックボルト	L=3.0	本	1,770	t	16.1	t/本	0.009	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf">http://www.kfcmasdic.co.jp/catalog/DEFORMED-STEEL-BAR.pdf</a>		落石・雪崩防止材 (柵・金網・アンカー)	t
ドライモルタル		m <sup>3</sup>	0	t	0.9	t/m <sup>3</sup>	2.100	ガイドライン等	土木工事数量算出要領 (案) (国総研)	アクリル系材料 みなし	モルタル	t
防水シート		m <sup>2</sup>	3,991	t	4.4	t/m <sup>2</sup>	0.001	メーカー・協会資料等	<a href="http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm">http://www.kfc-net.co.jp/highpanelss.htm</a>		土木シート	t

#### 4. 3. 6 設計レベルにおける構造物の比較検討事例

設計レベルにおける道路構造物の LCI 試算を行い、複数の工法、構造形式の比較を実施した。

社会資本の代表的な構造物（道路橋梁、道路土工、河川護岸、防波堤）について、国総研が収集した環境負荷量の試算結果を整理した。比較検討事例を表 4. 3-67 に示す。

いずれの事例においても、基本的に前述の試算と同様の手法で環境負荷量が試算されている。

表 4. 3-67 LCI 試算事例（設計レベル）

試算事例 No	頁	社会資本の種類	構造物の概要	構造形式	
(1)	4-100	道路橋	鋼橋、L=100m、2車線	<ul style="list-style-type: none"> <li>・鋼 3 径間連続多主鈹桁</li> <li>・普通塗装</li> </ul>	
(2)	4-102	橋梁（下部）	高速・自専道	Case1	・普通コンクリート（4. 3. 2(3)参照）
				Case2	・自己充てん型高強度高耐久コンクリート（S. Q. C.）
(3)	4-109	平面道路（盛土・切土）	L=766m、2車線	Case1	・土工法面（種子吹付け）
				Case2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・盛土部：コンクリートブロック積</li> <li>・切土部：コンクリートブロック積</li> </ul>
				Case3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・盛土部：補強土壁（テールアルメ工）</li> <li>・切土部：鉄筋補強土</li> </ul>
(4)	4-112	河川護岸（その1）	直轄区間、L=300m	Case1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高水護岸：大型連節ブロック</li> <li>・低水護岸：大型連節ブロック</li> </ul>
			県管理区間、L=305. 5m	Case2	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高水護岸：連節ブロック、基礎工（鋼矢板）</li> <li>・低水護岸：自然石固着金網、玉石粗朶工</li> </ul>
			県管理区間、L=300m	Case3	・低水護岸：アンカー式自然石積み 他
(5)	4-121	河川護岸（その2）	L=300m、計画高水流量 7, 000m <sup>3</sup> /s	・連節ブロック張り護岸	
(6)	4-123	小河川改修	流域面積 12km <sup>2</sup> 、計画嚙喰 80m <sup>3</sup> /s	Case1	石積み擁壁
				Case2	河床コンクリート張り
				Case3	護岸は左岸のみ設置
(7)	4-128	防波堤	ケーソン式	Case1	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消波ブロック被覆堤</li> <li>・ダブルパラペット</li> </ul>
				Case2	・Case1 のケーソン設置水深を下げた場合
				Case3	<ul style="list-style-type: none"> <li>・消波ブロックなし</li> <li>・ダブルパラペット</li> </ul>

### 4. 3. 7 設計レベルにおける構造物の比較検討結果

#### (1) 道路橋

##### ① 構造形式

試算対象とした構造形式を表 4. 3-68 に示す。

表 4. 3-68 試算対象構造形式

概要	構造図
橋長：L=100.0m 有効幅員：B=9.260m（全幅B0=10.150m） 上部工形式：鋼 3 径間連続非合成多主鈹桁 床版形式：RC床版 下部工形式：逆T式橋台、張出し式橋脚 基礎工形式：直接基礎、深礎杭、鋼管ソイルセメント杭	

##### ② 試算結果

#### ア. 工事数量および二酸化炭素排出量

工事数量および二酸化炭素排出量は表 4. 3-69 のとおり。

#### イ. 排出起源別の二酸化炭素排出量

- ・ 図 4. 3-92 に示すとおり材料からの排出が大部分を占める。

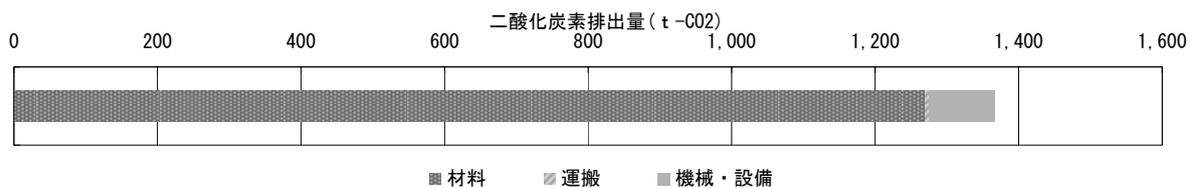


図 4. 3-92 排出起源別の二酸化炭素排出量

#### ウ. 工種別の二酸化炭素排出量

- ・ 図 4. 3-93 に示すとおり上部工からの排出が約 6 割を占める。

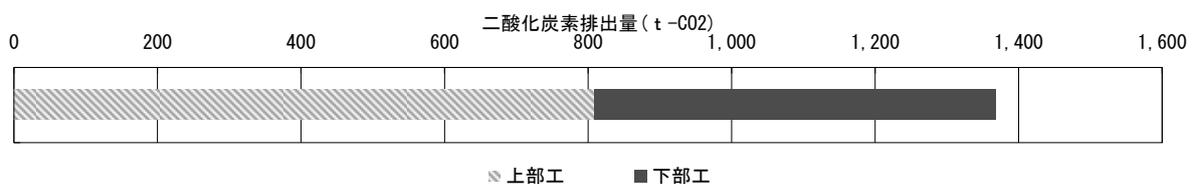


図 4. 3-93 工種別の二酸化炭素排出量

表 4. 3-69 工事数量および二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量 (合計) : 1,367 t

工事数量	区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	単位変換係数		環境負荷原単位				環境負荷量 (t-CO2)								
				単位変換後		原単位				合計								
				単位	数量	単位	係数	単位	合計	資材	運搬	機械・設備	合計	資材	運搬	機械・設備		
上部工	工場製作(材料)	鋼板	t	189.4	t	189	-	1.000	t	2.57E+03	2.57E+03	0.00E+00	0.00E+00	487	487	0	0	
	工場製作(材料)	HTB	t	5.2	t	5	-	1.000	t	2.67E+03	2.67E+03	0.00E+00	0.00E+00	14	14	0	0	
	工場塗装(材料)	C-5	一般外面	m2	4,361.6	kg	7,720	kg/m2	1.770	kg	1.74E+00	1.74E+00	0.00E+00	0.00E+00	13	13	0	0
	輸送		t	189.4	千円	1,515	千円/t	8.000	千円	3.62E+00	0.00E+00	3.62E+00	0.00E+00	6	0	6	0	
	RC床版	コンクリート	m3	285.8	m3	286	-	1.000	m3	4.85E+02	4.65E+02	0.00E+00	2.04E+01	139	133	0	6	
	壁高欄	コンクリート	m3	62.8	m3	63	-	1.000	m3	4.85E+02	4.65E+02	0.00E+00	2.04E+01	31	29	0	1	
	架設	トラッキングシステム	t	189.4	式	1	-	-	式	3.14E+04	0.00E+00	0.00E+00	3.14E+04	31	0	0	31	
	舗装	アスファルト	t=80mm	920.4	m2	920	-	1.000	m2	1.16E+01	1.11E+01	0.00E+00	5.31E-01	11	10	0	1	
	吊り足場工		m2	1,015.0	百万円	2	百万円/m2	2.000	百万円	8.00E+03	0.00E+00	0.00E+00	8.00E+03	16	0	0	16	
	支承	固定ゴム支承	2000kN	個	8.0	個	8	-	1.000	個	3.10E+03	3.10E+03	0.00E+00	0.00E+00	25	25	0	0
	支承	固定ゴム支承	1000kN	個	8.0	個	8	-	1.000	個	1.14E+03	1.14E+03	0.00E+00	0.00E+00	9	9	0	0
	伸縮装置	鋼製フィンジョイント	t	10.0	t	10	-	1.000	t	2.57E+03	2.57E+03	0.00E+00	0.00E+00	26	26	0	0	
	落橋防止システム	PCケーブル式	570kN	個	16.0	個	16	-	1.000	個	5.51E+01	5.51E+01	0.00E+00	0.00E+00	1	1	0	0
下部工	コンクリート		m3	965.3	m3	965	-	1.000	m3	3.00E+02	2.94E+02	0.00E+00	5.62E+00	289	284	0	6	
	型枠		m2	955.0	t	5	t/m2	0.005	t	7.06E+02	0.00E+00	0.00E+00	7.06E+02	3	0	0	3	
	鉄筋		t	108.5	t	109	-	1.000	t	8.56E+02	8.56E+02	0.00E+00	0.00E+00	93	93	0	0	
	均しコンクリート		m3	15.0	m3	15	-	1.000	m3	2.88E+02	2.88E+02	0.00E+00	0.00E+00	4	4	0	0	
	基礎砕石	RC-40	m3	20.9	m3	21	-	1.000	m3	2.10E+01	1.81E+01	0.00E+00	2.88E+00	1	0	0	0	
	足場工		掛m2	1,643.0	掛m2	1,643	-	1.000	掛m2	9.38E+00	0.00E+00	0.00E+00	9.38E+00	15	0	0	15	
	支保工		空m3	255.0	空m3	255	-	1.000	空m3	5.10E+00	0.00E+00	0.00E+00	5.10E+00	1	0	0	1	
	深礎工	φ3000	m	16.5	m	17	-	1.000	m	3.80E+03	3.57E+03	0.00E+00	3.38E+01	60	59	0	1	
	深礎工	φ2500	m	12.5	m	13	-	1.000	m	2.67E+03	2.64E+03	0.00E+00	3.38E+01	33	33	0	0	
	鋼管ソイルセメント杭	φ1200L=4.5,t=13	本	8.0	本	8	-	1.000	本	6.67E+03	6.22E+03	0.00E+00	4.50E+02	53	50	0	4	
	床堀(土砂)		m3	1,857.0	m3	1,857	-	1.000	m3	2.03E+00	0.00E+00	0.00E+00	2.03E+00	4	0	0	4	
	埋戻し		m3	619.0	m3	619	-	1.000	m3	4.18E+00	0.00E+00	0.00E+00	4.18E+00	3	0	0	3	

エ. 資機材別の二酸化炭素排出量

・ 図 4. 3-94 のとおり鋼材とコンクリートからの排出が約 6 割を占める。

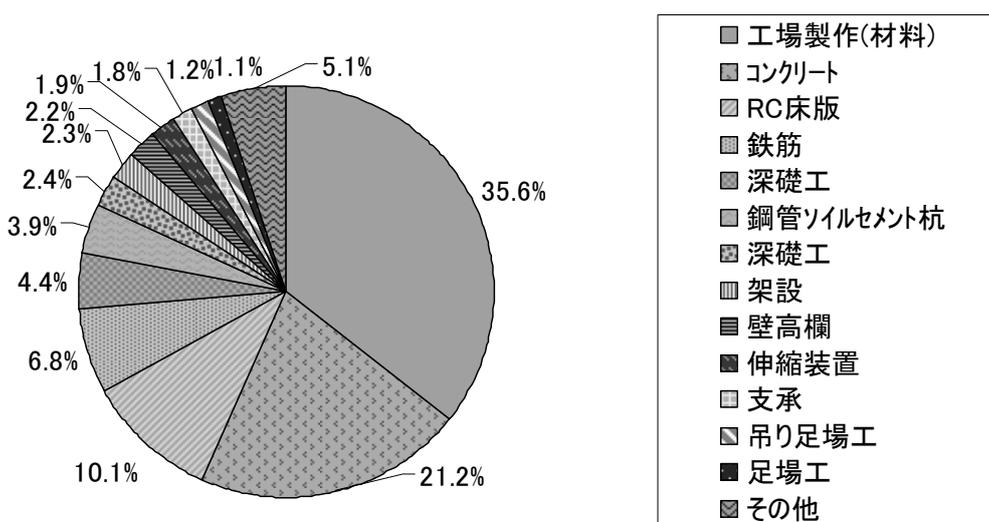


図 4. 3-94 資機材別の二酸化炭素排出量

(2) 橋梁（下部）

Case1：普通コンクリート 4.3.2 (3) 参照

Case2：自己充てん型高強度高耐久コンクリート（S.Q.C.）

① 代替技術概要

代替技術 の名称	自己充てん型高強度高耐久コンクリート（S.Q.C.）																																																						
概要	<p>・打設時の締固め作業が不要な自己充てん性と設計基準強度 50N/mm<sup>2</sup> 以上の高強度を併せ持つ自己充てん型高強度高耐久コンクリート。</p> <p>・100年～300年程度の耐用年数を実現する高品質の構造物の建設が可能となる。</p> <p style="text-align: center;">S.Q.C. の配合例</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th rowspan="3">配合名</th> <th colspan="6">配合条件</th> <th colspan="7">単位量 (kg/m<sup>3</sup>)</th> </tr> <tr> <th>配合強度</th> <th>目標スランプフロー</th> <th>空気量</th> <th>水結合材比</th> <th>粗骨材絶対容積</th> <th>細骨材率</th> <th>水</th> <th>セメント</th> <th>混和材</th> <th>細骨材</th> <th>粗骨材</th> <th>高性能AE減水剤</th> <th>AE剤</th> </tr> <tr> <th>(N/mm<sup>2</sup>)</th> <th>(cm)</th> <th>(%)</th> <th>(%)</th> <th>(m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>)</th> <th>(%)</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>S.Q.C. (BS72)</td> <td>72</td> <td>60</td> <td>4.5</td> <td>41.5</td> <td>326</td> <td>52.9</td> <td>165</td> <td>199</td> <td>199</td> <td>891</td> <td>827</td> <td>1.05</td> <td>0.0025</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center; font-size: small;">使用セメント BS72：普通ポルトランドセメント 混和材高炉スラグ微粉末</p>	配合名	配合条件						単位量 (kg/m <sup>3</sup> )							配合強度	目標スランプフロー	空気量	水結合材比	粗骨材絶対容積	細骨材率	水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	AE剤	(N/mm <sup>2</sup> )	(cm)	(%)	(%)	(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	(%)								S.Q.C. (BS72)	72	60	4.5	41.5	326	52.9	165	199	199	891	827	1.05	0.0025
配合名	配合条件						単位量 (kg/m <sup>3</sup> )																																																
	配合強度		目標スランプフロー	空気量	水結合材比	粗骨材絶対容積	細骨材率	水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	AE剤																																									
	(N/mm <sup>2</sup> )	(cm)	(%)	(%)	(m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )	(%)																																																	
S.Q.C. (BS72)	72	60	4.5	41.5	326	52.9	165	199	199	891	827	1.05	0.0025																																										
標準技術 （従来工法等）	普通コンクリート（高炉セメントB）																																																						
LCI 試算 結果	<p>・今回試算した S.Q.C. の環境負荷原単位は、結合材を高炉スラグ微粉末で置換したもので、普通コンクリートとほぼ同等となった。（S.Q.C.=1.84E+02 (kg-CO<sub>2</sub>)、普通コンクリート=1.85E+02 (kg-CO<sub>2</sub>)）。</p> <p>・S.Q.C. は強度と耐久性が高く、断面寸法を小さくできるため、コンクリート量を 21%、鉄筋量を 9%、機械稼働時間を 20%削減することができる。この結果、トータルで二酸化炭素排出量 18%を削減できた。</p> <p>・代替技術を用いることによる二酸化炭素削減量は、73t-CO<sub>2</sub>であった。</p> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 10px; margin-top: 10px;"> <p>・標準技術</p> <p>・提案技術</p> <p style="text-align: center;">システム境界</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">コンクリートポンプ車の稼働時間が減</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">標準技術と同様</p> <p style="text-align: center; font-size: small;">標準技術と同様</p> </div>																																																						
備考	NETIS 自己充てん型高強度高耐久コンクリート構造物設計施工法 (HR-050003-A)																																																						

② 全工種及び代替技術との比較対象工種

橋梁下部工事の全工種を表 4.3-70 に示す。なお、代替技術との比較対象とする「橋脚躯体工」は網がけで示した。

表 4. 3-70 全工種及び代替技術との比較対象工種

工事区分・工種・種別・細別	規格
場所打杭工 Y3PU8	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PU8	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ180
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y3PD9	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PD9	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ180
場所打杭工 Y3PU9	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PU9	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ170
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y3PD10	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y3PD10	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ175
場所打杭工 Y4PU1	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PU1	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ185
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y4PD1	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PD1	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ185
場所打杭工 Y4PU2	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PU2	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ185
作業土工	
床掘り	
埋戻し	
残土処理	
場所打杭工 Y4PD2	
場所打杭	杭径 1200mm杭長(設計長) 16.5m
掘削土処理	
橋脚躯体工(構造物単位) Y4PD2	
T型橋脚	
鉄筋	SD345 D16~D25
鉄筋	SD345 D29~D32
支承箱抜き	φ185
橋梁付属物工	
銘板工	
銘板設置	600×400
工事用道路工	
工事用道路盛土	
敷砂利	RC-40 敷厚 200mm
土留・仮締切工	
鋼矢板	Ⅲ型 鋼矢板長さ 10 m
鋼矢板	Ⅲ型 鋼矢板長さ 9.5 m
運搬費	
重建設機械分解組立輸送費	
仮設材運搬費	

### ③ 比較対象工種の数量

「橋脚躯体工」のうち、「Y3PU9 橋脚」の標準技術での工事数量を表 4. 3-71 に例示する。

表 4. 3-71 標準技術による工事数量（“Y3PU9 橋脚”の例）

工事数量				資材・機械等の数量						
区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
								単位	数量	
T型橋脚	m3	243	資材	生コンクリート高炉	24-8-25(20)	m3	73	m3	73	
				生コンクリート(高炉)	30-8-25	m3	174	m3	174	
			機械稼働	軽油	1.2号	L	120	L	120	
				コンクリートポンプ車[フォーム]	圧送能力90~110m3/h	供用日	1.50	供用日	1.50	
鉄筋	SD345 D16~D25	t	14.42	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D16~25	t	15	t	15
	SD345 D29~D32	t	3.97	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D29~32	t	4	t	4
支承箱抜き	φ170	m	11	資材	ホト管	φ175	m	11	t	0

### ④ 設定条件

「橋脚躯体工」のうち、「Y3PU9 橋脚」の標準技術での工事積算における設定条件を表 4. 3-72 に例示する。

表 4. 3-72 標準技術による設定条件（“Y3PU9 橋脚”の例）

項目	設定条件
T形橋脚	
高さ区分	5m以上10m未満
打設量区分	100m3以上300m3未満
生コンクリート規格	各種
生コンクリート規格	24-8-25(20)(高炉)
足場工及び養生工	手摺先行型枠組足場/一般養生
雑工種	基礎材+均しコンクリート
生コンクリートの夜間割増の有無	無
圧送管組立・撤去の有無	無
鉄筋	
鉄筋材料規格	SD345
鉄筋径	D16~D25
鉄筋径	D29~D32
鉄筋費	鉄筋工[市場単価]
鉄筋工[市場単価]	
鉄筋材料規格	SD345
鉄筋径	D16~D25
鉄筋径	D29~D32
規格・仕様	一般構造物
施工規模	10t以上(標準)
時間的制約を受ける場合の補正	無
夜間作業補正	無
トンネル内作業の補正	無
法面作業の補正	無
太径鉄筋補正	補正無(鉄筋割合10%未満含む)
構造物種別による補正	補正無(一般構造物)
支承箱抜き	φ180

### ⑤ 代替技術の数量

代替技術の数量は表 4. 3-73 に示し、「自己充てん型高強度高耐久コンクリート構造物による長寿命化と二酸化炭素削減効果 コンクリート工学 Vol. 48 No. 9」の既試算結果に基づき、標準

技術に対して同様の比率で低減できることを前提として算出した。既試算結果によれば標準技術に対してコンクリート数量は0.78倍、鉄筋数量は0.91倍となった。

表 4. 3-73 代替技術による工事数量（“Y3PU9 橋脚”の例）

工事数量				資材・機械等の数量							
工事区分・工種・種別・細別・規格		単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		
									単位	数量	
橋脚躯体工 (Y3PU9)	T型橋脚		m3	194.26	資材	SQC		m3	57.56	m3	57.56
						SQC		m3	136.70	m3	136.70
					機械稼働	軽油	1.2号	L	95.58	L	95.58
					機械減耗	コンクリートポンプ車[フォーム式]	圧送能力90~110m3/h	供用日	1.20	供用日	1.20
	鉄筋	SD345 D16~ D25	t	13.54	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D16~25	t	13.54	t	13.54
						鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D29~32	t	3.73	t	3.73
支承箱抜き	φ170	m	11	資材	ホド管	φ175	m	11.00	t	0.02	

⑥ 使用した二酸化炭素排出原単位

S. Q. C. の配合例に基づき、各構成材料の1m<sup>3</sup>当たりの単位量に国総研の環境負荷原単位を乗じ、加算することでS. Q. C. の1m<sup>3</sup>当たりの原単位を算出した。なお、コンクリート製造と現場までの出荷についても合わせて加算した。(表 4. 3-74 参照)

表 4. 3-74 S. Q. C. の環境負荷原単位 (1m<sup>3</sup> 当り二酸化炭素排出量)

SQC の配合	重量(t/m <sup>3</sup> )	環境負荷量(kg-CO <sub>2</sub> /t)
水	0.165	0.00E+00
普通セメント	0.199	1.47E+02
高炉スラグ	0.199	4.66E+00
細骨材	0.891	1.41E+01
粗骨材	0.827	6.68E+00
混和材	0.00105	1.44E+00
製造工場の設備		2.99E+00
現場への出荷 (生コンの「出荷」)		6.82E+00
S. Q. C.		1.84E+02 (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )

⑦ LCI 試算結果

「Y3PU9 橋脚」を例として、標準技術、代替技術それぞれの LCI 試算結果を表 4. 3-75 および表 4. 3-76 に示す。

表 4. 3-75 標準技術（普通コンクリートを用いた橋脚躯体工）

二酸化炭素排出量（合計）：410t

工事数量				資材・機械等の数量						環境負荷原単位						環境負荷量(kg-CO2)								
工事区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼		
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼						
橋脚躯体工 (Y3PU9)	T型橋脚	m3	243	資材	生コンクリート高炉	24-8-25(20)	m3	73	m3	73	生コンクリート高炉	m3				1.85E+02	1.79E+02	6.82E+00		13.611	13,110	501	0	
					生コンクリート(高炉)	30-8-25	m3	174	m3	174	生コンクリート高炉	m3				1.85E+02	1.79E+02	6.82E+00		32,326	31,136	1,190	0	
				機械稼働	軽油	1.2号	L	120	L	120	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	362	50	3	310	
				機械減耗	コンクリートポンプ車[アーム式]	圧送能力90~110m3/h	供用日	1.50	供用日	1.50	コンクリートポンプ車運転	供用日				5.70E+01	1.79E+02	6.99E+00	0.00E+00	86	268	10	0	
	鉄筋	SD345 D16~D25	t	14.42	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D16~25	t	15	t	15	鉄筋コンクリート用棒鋼	t				8.56E+02	8.37E+02	1.85E+01		12,713	12,439	274	0
		SD345 D29~D32	t	3.97	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D29~32	t	4	t	4	鉄筋コンクリート用棒鋼	t				8.56E+02	8.37E+02	1.85E+01		3,500	3,425	75	0
支承销抜き	φ170	m	11	資材	ホイト管	φ175	m	11	t	0	その他のバルブ・紙・紙加工品	t				1.84E+03	1.62E+03	2.23E+02	0.00E+00	30	27	4	0	

表 4. 3-76 代替技術（S.Q.C.を用いた橋脚躯体工）

二酸化炭素排出量（合計）：325t

工事数量				資材・機械等の数量						環境負荷原単位						環境負荷量(kg-CO2)								
工事区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼		
								単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼						
橋脚躯体工 (Y3PU9)	T型橋脚	m3	194.26	資材	SQC		m3	57.56	m3	57.56	SQC	m3				1.84E+02	1.61E+02	1.25E+01		10,568	9,285	718		
					SQC		m3	136.70	m3	136.70	SQC	m3				1.84E+02	1.61E+02	1.25E+01		25,098	22,051	1,705		
				機械稼働	軽油	1.2号	L	95.58	L	95.58	軽油	L				3.03E+00	4.14E-01	2.55E-02	2.59E+00	290	40	2	247	
				機械減耗	コンクリートポンプ車[アーム式]	圧送能力90~110m3/h	供用日	1.20	供用日	1.20	コンクリートポンプ車運転	供用日				5.70E+01				68				
	鉄筋	SD345 D16~D25	t	13.54	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D16~25	t	13.54	t	13.54	鉄筋コンクリート用棒鋼	t				8.56E+02	8.37E+02	1.85E+01		11,590	11,340	250	
		SD345 D29~D32	t	3.73	資材	鉄筋コンクリート用棒鋼	SD345D29~32	t	3.73	t	3.73	鉄筋コンクリート用棒鋼	t				8.56E+02	8.37E+02	1.85E+01		3,191	3,122	69	
支承销抜き	φ170	m	11	資材	ホイト管	φ175	m	11.00	t	0.02	その他のバルブ・紙・紙加工品	t				1.84E+03	1.62E+03	2.23E+02	0.00E+00	30	27	4	0	

⑧ 比較対象工種の実環境負荷量

比較対象工種の二酸化炭素排出量を図 4. 3-95 および図 4. 3-96 に示す。

- ・ 橋脚躯体工の二酸化炭素排出量のうち、生コンクリートと鉄筋からの排出が大部分を占める。
- ・ 代替技術では生コンクリートと鉄筋の環境負荷量が減少。

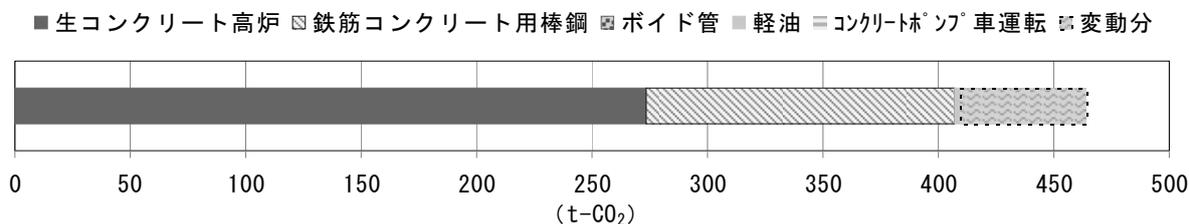


図 4. 3-95 標準技術：普通コンクリートを用いた橋脚区体工の二酸化炭素排出量

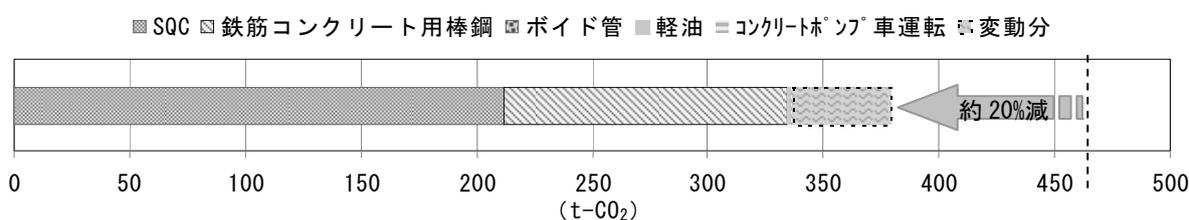


図 4. 3-96 代替技術：S. Q. C. を用いた橋脚区体工の二酸化炭素排出量

⑨ 橋脚躯体工の二酸化炭素排出量シェア

標準技術と代替技術の二酸化炭素排出量比率を図 4. 3-97 に示す。

- ・ 橋脚躯体工の二酸化炭素排出量は橋梁下部工全体の約 5 割を占める。
- ・ 代替技術による環境負荷の削減量は全体の約 10%に相当。

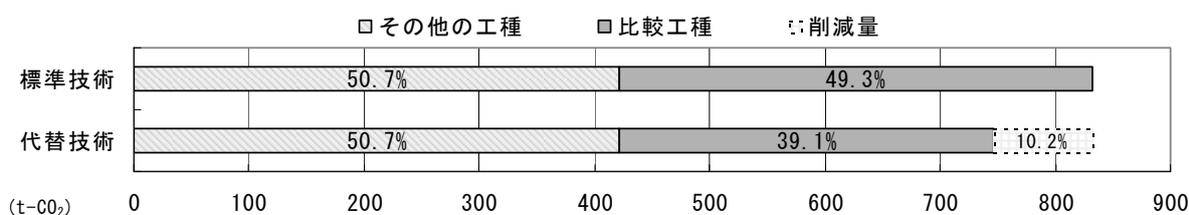


図 4. 3-97 橋梁下部工事における標準技術（普通コンクリートを用いた橋脚躯体工）と代替技術（S. Q. C. を用いた橋脚躯体工）の二酸化炭素排出量比率

⑩ 工種別の環境負荷量

標準技術、代替技術での橋脚躯体工の二酸化炭素排出量を図 4. 3-98 に示す。なお、橋脚躯体工以外の工種の環境負荷量は標準施工（積算基準）による。

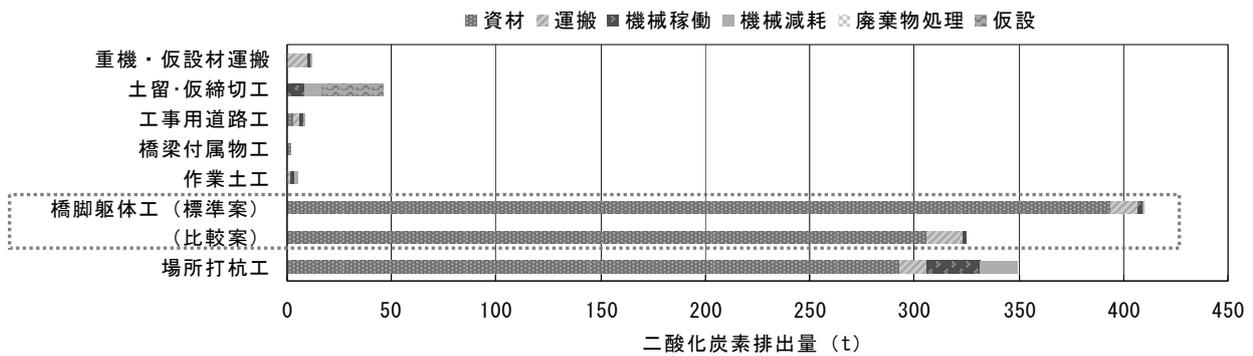


図 4. 3-98 工種別二酸化炭素排出量

⑪ 試算にあたっての留意事項、LCI 計算手法への意見

ア. 数量、原単位などの設定にあたり、割り切って考えたこと

- ・ S.Q.C. では、締固が不要となるため、バイブレータの使用による二酸化炭素が削減されるが、数値的にわずかであることがから、算定に加えていない。
- ・ ボイド管による資材の二酸化炭素に関しても、数量的にわずかであることから、標準値と同様の値とした。

イ. 計算できなかった項目とその理由

- ・ S.Q.C. は、品質・耐久性の高さから、長寿命化やメンテナンスの低減といったライフサイクルでの二酸化炭素削減効果を見込むことが出来る。ただし、今回の LCI 計算は、施工時の二酸化炭素削減に着目していることから、前述の削減効果を見込んでいない。

ウ. 試算を行ってみて LCI 計算手法へのコメント 改善点の提案 など

- ・ S.Q.C. のように JIS 規格の範疇に入らないコンクリートの環境負荷原単位を算定する場合には、各材料の配合構成に併せて各材料の製造の原単位を積み上げ、1 m<sup>3</sup> に割り戻して、環境負荷原単位を設定する作業が必要になる。
- ・ その際、各材料の輸送に関わる原単位、コンクリートを製造する際の原単位、プラントから現場までトラックアジテータで輸送する原単位など、イベントごとに設定できると、算定での混乱がなくなる。
- ・ 特にコンクリートを用いて施工する場合には、セメント由来の二酸化炭素が圧倒的に多いと多いため、コンクリートに関しては、配合種別でひとまとめの原単位にせず、各配合に応じた原単位を算出できる枠組みが必要と考える。

(3) 平面道路

① 構造形式

平面道路の試算対象を表 4. 3-77 に示す。

表 4. 3-77 平面道路試算対象の構造形式

代替技術	概要、構造図
<p>Case1</p> <p>切盛土工 ・切土：のり面</p> <p>・盛土：のり面</p>	<p>掘削土</p> <p>表層 (t=50) 基層 (t=50) 上層路盤 (t=150) 下層路盤 (t=250)</p> <p>砂質土 軟岩(1)</p> <p>推定岩盤線</p> <p>切土土砂 1,690mm増</p> <p>1:1</p> <p>1:1.5</p> <p>1:10</p> <p>1:0.4</p> <p>9,500</p> <p>500 2,000 750 3,000 3,000 750 500 1,000</p> <p>560 300</p> <p>1:1.5</p> <p>1:1.5</p> <p>300 560</p> <p>(路床) 盛土 (路体)</p>
<p>Case2</p> <p>小規模構造物土工 ・切土：ブロック積み</p> <p>・盛土：ブロック積み</p>	<p>掘削土</p> <p>表層 (t=50) 基層 (t=50) 上層路盤 (t=150) 下層路盤 (t=250)</p> <p>砂質土 軟岩(1)</p> <p>推定岩盤線</p> <p>1:1</p> <p>1:1.5</p> <p>1:10</p> <p>1:0.4</p> <p>9,500</p> <p>500 2,000 750 3,000 3,000 750 500 1,000</p> <p>560 300</p> <p>1:1.5</p> <p>1:1.5</p> <p>300 560</p> <p>(路床) 盛土 (路体)</p>



表 4. 3-79 Case2 工事数量および二酸化炭素排出量

Case2 :

二酸化炭素排出量 (合計) : 532t

工事数量	資材・機械等の数量										単位変換係数				環境負荷原単位		環境負荷量 (kg-CO2)			
	区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位	数量	単位	係数	依据	依据詳細	名称	単位	備考	原単位	合計	合計
掘削工(土砂)1	片切掘削・砂質土	m3	1,060												掘削工(土砂)1	m3	工種別	3.49E+00	3,699	
掘削工(土砂)2	オープンカット・砂	m3	2,270												掘削工(土砂)2	m3	工種別	3.11E+00	7,060	
掘削工(土砂)3	オープンカット・砂	m3	390												掘削工(土砂)3	m3	工種別	1.89E+00	738	
掘削工(軟岩)	リッパ掘削・軟岩	m3	1,150												掘削工(軟岩)	m3	工種別	5.21E+00	5,986	
路体(流用土)	土砂	m3	1,440												路体(流用土)	m3	工種別	7.61E-01	1,089	
路体(流用土)	軟岩 I	m3	1,320												路体(流用土)	m3	工種別	1.14E+00	1,501	
路体(発生土)	土砂	m3	1,540												路体(発生土)	m3	工種別	7.61E-01	1,171	
路床(流用土)1	土砂	m3	2,950												路床(流用土)1	m3	工種別	1.12E+00	2,867	
路床(流用土)2	土砂	m3	70												路床(流用土)2	m3	工種別	1.46E+00	102	
路床(発生土)	土砂	m3	3,460												路床(発生土)	m3	工種別	1.12E+00	3,890	
床掘り		m2	70												床掘り	m3	工種別	4.44E+00	311	
埋戻し		m2	20												埋戻し	m3	工種別	3.88E+00	74	
プレキャストのり		m2	467												法枠工	m2	工種別	1.40E+02	65,386	
土工		m2	782												床掘り	m3	工種別	4.44E+00	3,469	
埋戻し		m2	261												埋戻し	m3	工種別	3.88E+00	959	
コンクリートブロック積工		m2	3,621												コンクリートブロック積工	m2	工種別	1.19E+02	433,220	

表 4. 3-80 Case3 工事数量および二酸化炭素排出量

Case3 :

二酸化炭素排出量 (合計) : 616 t

工事数量	資材・機械等の数量										単位変換係数				環境負荷原単位		環境負荷量 (kg-CO2)			
	区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	名称	規格	単位	数量	単位	数量	単位	係数	依据	依据詳細	名称	単位	備考	原単位	合計	合計
掘削工(土砂)1	片切掘削・砂質土	m3	790												掘削工(土砂)1	m3	工種別	3.49E+00	2,757	
掘削工(土砂)2	オープンカット・砂質土	m3	770												掘削工(土砂)2	m3	工種別	3.11E+00	2,393	
掘削工(土砂)3	オープンカット・砂質土	m3	390												掘削工(土砂)3	m3	工種別	1.89E+00	738	
掘削工(軟岩)	リッパ掘削・軟岩 I	m3	1,150												掘削工(軟岩)	m3	工種別	5.21E+00	5,986	
路体(流用土)	土砂	m3	1,200												路体(流用土)	m3	工種別	7.61E-01	913	
路体(流用土)	軟岩 I	m3	1,320												路体(流用土)	m3	工種別	1.14E+00	1,501	
路体(発生土)	土砂	m3	780												路体(発生土)	m3	工種別	7.61E-01	593	
路床(流用土)1	土砂	m3	1,200												路床(流用土)1	m3	工種別	1.12E+00	1,349	
路床(流用土)2	土砂	m3	70												路床(流用土)2	m3	工種別	1.46E+00	102	
路床(発生土)	土砂	m3	4,810												路床(発生土)	m3	工種別	1.12E+00	5,408	
鉄筋補強工	m2	670	資材	フリーフレーム	鋼製型枠	m	1,003	t	3.54	t/m	0.004				普通鋼小棒	t		8.56E+02	3,029	
					鋼製型枠	補強鉄筋D10	m	1,003	t	80.24	t/m	0.080			モルタル(セメント製品)	t		4.00E+02	32,098	
			資材	緑化土のり	土砂	m2	506	t	182.24	t/m2	0.360			土工材(砂利、採石)	t		1.58E+01	2,883		
			機械	軽油	L	2,628	L	2,628						軽油	L		3.03E+00	7,956		
			機械	クローラードル運搬	空気式非搭乗式	日	14.4	日	14.4						建設機械	運転日		1.71E+01	247	
			機械	減耗	150kg級	日	14.4	日	14.4						建設機械	運転日		1.10E+01	159	
			機械	可搬式コンプレッサー	17m3/min	日	14.4	日	14.4						建設機械	運転日		1.10E+01	159	
			資材	鉄筋	D25 L=2.5	本	436.7	t	4.35	t/本	0.010				普通鋼小棒	t		8.56E+02	3,720	
			資材	セメントペースト		m3	4.94	t	8.90	t/m3	1.800				ポルトランドセメント 普通	t		7.38E+02	6,568	
			資材	壁面材	t=140mm	m2	2,940	t	967.3	t/m2	0.329				コンクリート製品(擁壁類)	t		4.00E+02	386,928	
壁面材組立設置工	m2	2,940	機械	軽油	L	4,463	L	4,463					軽油	L		3.03E+00	13,518			
			機械	トラックレン運搬	油圧伸縮ジブ型4.9t	日	67.6	日	67.6					建設機械	運転日		4.20E+01	2,841		
			機械	減耗	ストリップ・型枠メッキ	日	20.910	日	20.910					建設機械	運転日		2.61E+03	134,676		
補強材取付工	m	20,910	資材	補強材	鋼製補強材	m	20,910	t	51.6	t/m	0.002			普通鋼鋼帯	t		2.61E+03	134,676		

③ ケース間の比較

- ・ 図 4. 3-99 に示すとおり、鋼材等の資材使用量の多い Case3 の排出量が最も多く、コンクリートブロック積工、テールアルメ工からの排出が多い。

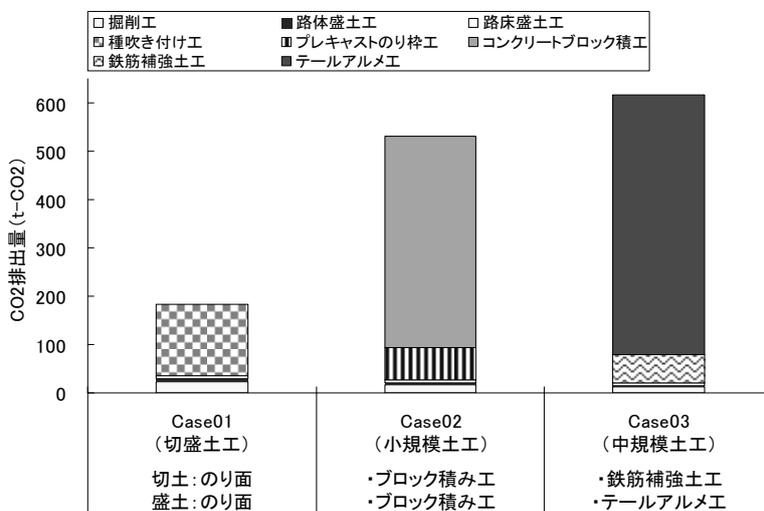


図 4. 3-99 工種別二酸化炭素排出量

※試算事例(4)、(5)、(6)については、原単位が最新のものではないことをご了承願います。

#### (4) 河川護岸（その1）

【実施目的】河川事業の個別事例を対象に、詳細設計レベルにおいての構造物の LCA を行い、定量的に環境負荷を把握する。

【対象事例】今後の汎用性を考慮して、河川事業において代表的かつ使用する資材の多様性に富む工種・工法として、多自然川づくりを含む護岸及び水制工を対象とする。

【対象指標】河川事業との関連性の深い環境要素から「地球温暖化」（二酸化炭素）を対象とする。

##### 【対象範囲】

- 時間境界：対象事例とした構造物の耐用年数に準じて、供用 1 年当たりの環境負荷量を把握する。
- システム境界：護岸及び水制工の詳細設計レベルにおいては、前河川事業（護岸、水制工）の解体撤去が工種に含まれることが多い。そのため、前事業の解体～対象事業の完成までのプロセスを対象範囲とする。

##### 【解説】

##### 【河川事業に代表的な工種・工法】

事例選定にあたり、護岸工、水制工の代表的な工種・工法を表 4. 3-81 に整理した。また、二酸化炭素の発生要因となる資材に着目し、各工種・工法で使用する資材について整理した。

##### 【事例選定】

多自然川づくりを含む工種・工法の詳細設計事例から、LCA のケーススタディ対象を選定した。直轄区間河川事業の事例では大河川の標準的な工法が主体となっており、材料・素材の多様性が乏しくなることが想定できるため、選定にあたっては広く県管理の中小河川クラスまでの範囲とし、直轄区間（大河川クラス）1 件、県管理区間（中小河川クラス）2 件の多自然護岸の詳細設計 3 事例とした。

##### 【二酸化炭素排出量の算定】

河川事業のプロセスから、検討対象とする二酸化炭素の発生要因を以下のように整理した。

- 施工プロセス
  - ・ 建設機械の稼働＝燃料消費による二酸化炭素
  - ・ 利用する建設機械の製造による二酸化炭素
- 資材の調達プロセス
  - ・ 工場での資材の製造による二酸化炭素
  - ・ 工場から工事現場への資材の運搬による二酸化炭素

表 4. 3-81 各工種・工法で使用する資材

工種	工法	素材(自然)		素材(人口)		利用可能性		
		土・石	植物	コンクリート	金属・他	現地発生材	リサイクル材	
護岸工	のり覆工	植物系護岸	張芝	◎				
			ジオテキスタイル工			◎		
			ブロックマット工			◎	○	
		連節系護岸	連節ブロック			◎	○	
			杭柵工	◎	○			○
		木系護岸	粗朶法覆	◎	○			○
			丸太格子	◎				○
			かご系護岸	かごマット工法	◎			○
		かご系護岸	植生蛇籠	◎	○		○	○
			自然石系	自然石張	◎		○	
		練張		◎				○
		空張		◎				○
		金網付自然石張		◎			○	○
		空張		◎				○
		自然石系	自然石積	◎		○		○
	練積		◎				○	
	連結自然石積		◎			○	○	
	空積	◎				○		
	補強土護岸	補強土工法			●	●		
	植生擁壁	ポーラスコンクリート			◎			
	ブロック系護岸	環境ブロック			◎			
		ブロック積			◎			
		ブロック張			◎			
	覆土		◎				○	
	護岸付属工	天端工			◎		○	
		小口止工			◎			
		吸い出し防止材				◎		
裏込材			◎			○		
すりつけ工			(護岸構造に準ずる)					
基礎工(法留工)	直接基礎			●				
	杭基礎	●		●				
	矢板基礎				◎			
根継工	ステップ式	◎						
	矢板式				◎			
	直接根継			◎				
	審石等	◎				○		
根固工	木系等	粗朶沈床	◎			○		
		木工沈床	◎			○		
		改良沈床	●		●		○	
	かご系	かご	◎			○	○	
		袋	◎			○	○	
	石系	◎				○		
ブロック系			◎	○				
水制工	杭打ち水制	杭打ち水制	◎			○		
		杭打ち上置工	◎			○		
	わく類	合掌杵、沈杵等	◎			○		
	牛類	牛杵、菱牛、聖牛等	◎			○		
	ブロック類	コンクリートブロック			◎			

注) 工種等の区分は「美しい山河を守る災害復旧基本指針 平成11年度」(社)全国防災協会を参考とした。

Case1 (直轄区間)

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-82 に示す。一級河川の築堤護岸整備事業である。当該区間の河床勾配は 1/5,000 と緩やかで、図 4. 3-100 に示す設計図の標準横断の法勾配も高水敷は 1:4.0 と緩傾斜で (低水敷 1:2.0)、直轄区間の大河川クラスとしては標準的な河川形態である。護岸構造は環境配慮として基本的な隠し護岸と覆土形式を高水護岸部で採用し、低水護岸部は堤防の安全性に配慮して浸食・洗掘に対応しうる大型連結ブロックと根固ブロックの組み合わせとなっている。いずれも大河川クラスの標準的な築堤護岸整備内容である。

② LCA 手法適用にあたっての特記事項

- ・ 高水護岸の連節ブロック、高水敷及び低水護岸の連結ブロック、根固ブロックに製品指定があった。
- ・ 複数の工事区間への一斉発注であったため、単一のコンクリートブロックの製造工場では生

産が間に合わず、多少遠方の製造工場から調達している。

- ・ 複数の工事区間への一斉発注であったため、根固製造ヤードが確保できず、プレキャスト製品を用いている。
- ・ 盛土の土砂は転用土を用いており、下流地点より、掘削・運搬する。
- ・ コンクリート殻は、指定場所へ運搬し、再利用用に素材化する。
- ・ アスファルト殻は、再資源化施設に運搬し、再利用用に素材化する。

表 4. 3-82 工事概要

項目	主な内容
施工延長	L=300m
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、敷均し、埋戻し、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
根固め	ブロック工 (2t 型)
道路工	天端道路工、砕石道路工

標準横断面図 §=1:150

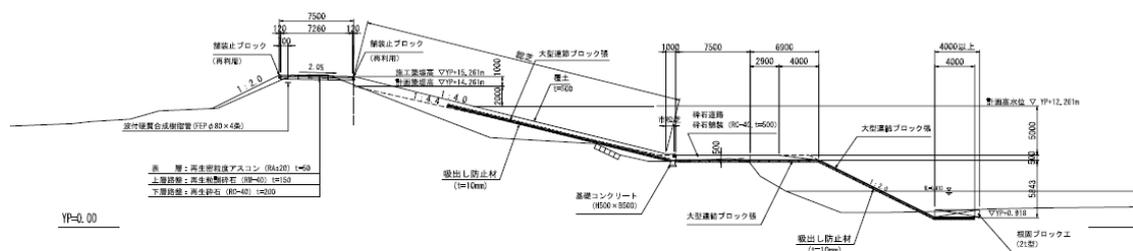


図 4. 3-100 標準横断面図

### ③ 環境負荷量の試算結果

Case 1 の試算結果を表 4. 3-83 および図 4. 3-101 に示す。

- ・ コンクリート造の護岸として耐用年数が一律 30 年と比較的長寿命であるため、供用 1 年間あたりの二酸化炭素排出量は 53.24t-CO<sub>2</sub>/年となる。
- ・ 資材製造に関わる二酸化炭素排出量が多く 8 割近くを占め、ついで機械稼働、資材運搬がそれぞれ 1 割程度、建設機械の機械製造分は 2%と少ない。
- ・ 二酸化炭素排出源の多くは護岸工のコンクリートブロックや根固の製造に関するものであり、このような大型のコンクリート製品の設置に使用するラフテレーンクレーンの稼働によっても二酸化炭素排出量が増加する。
- ・ 仮設工で工所用道路や仮締切工に敷鉄板や鋼矢板を利用しているが、利用期間が短く繰り返

し利用するため、仮設工による二酸化炭素排出量は6%程度と低く抑えられている。

- ・ 盛土に利用した土砂は下流河川の掘削土砂を流用しているため、土砂資材の調達に関わる二酸化炭素排出量が抑制された。

表 4. 3-83 Case1 試算結果

工種	種別	建設機械		資材		工種計		CO2排出量/年		備考
		稼動	製造(利用分)	製造	運搬	[A]	[B]	[A]/[B]	[A]/[B]	
撤去工	構造物取壊し工	2.44	0.45		0.61	3.50	30	0.12	0.22%	コンクリートブロック造の護岸及び根固耐用年数30年 注) 人力施工で調達資材がないまたは資材が算定不可だった工種は0t-CO2となる
仮設工	工事用道路	1.08	0.20	3.55	6.02	10.85	30	0.36	0.68%	
	仮締切工	15.71	4.64	60.23	8.13	88.71	30	2.96	5.55%	
築堤工	掘削工	0.28	0.06			0.34	30	0.01	0.02%	
	表土剥	6.82	0.91			7.73	30	0.26	0.48%	
	盛土工	11.83	2.02		96.02	109.87	30	3.66	6.88%	
	敷均し	10.00	1.08			11.08	30	0.37	0.69%	
	覆土	4.51	0.84			5.35	30	0.18	0.33%	
	作業土工	2.65	0.49			3.14	30	0.10	0.20%	
	法面整形工	21.16	3.96			25.12	30	0.84	1.57%	
	植生工			3.24		3.24	30	0.11	0.20%	
	基面整形						30			
	平場						30			
護岸工	築立土羽	11.68	2.19			13.87	30	0.46	0.87%	
	低水護岸工	26.31	4.38	256.11	8.48	295.28	30	9.84	18.49%	
	高水敷保護工	25.28	4.21	245.23	8.14	282.86	30	9.43	17.71%	
	高水護岸工	40.94	6.81	377.20	12.48	437.43	30	14.58	27.39%	
	吸出防止工			15.33	0.04	15.37	30	0.51	0.96%	
	基礎工			0.72	0.02	0.74	30	0.02	0.05%	
	根固工	8.45	1.40	193.65	6.39	209.89	30	7.00	13.14%	
	調整コンクリート			5.09	0.04	5.13	30	0.17	0.32%	
天端道路工	舗装工	1.04	0.33	18.95	8.84	29.16	30	0.97	1.83%	
	付帯工			8.77	0.26	9.03	30	0.30	0.57%	
碎石道路工	舗装工	0.83	0.26	10.81	10.95	22.85	30	0.76	1.43%	
	付帯工			6.47	0.26	6.73	30	0.22	0.42%	
総計		191.01	34.23	1205.35	166.68	1597.27		53.24		
		12.0%	2.1%	75.5%	10.4%	t-CO2		t-CO2/年		

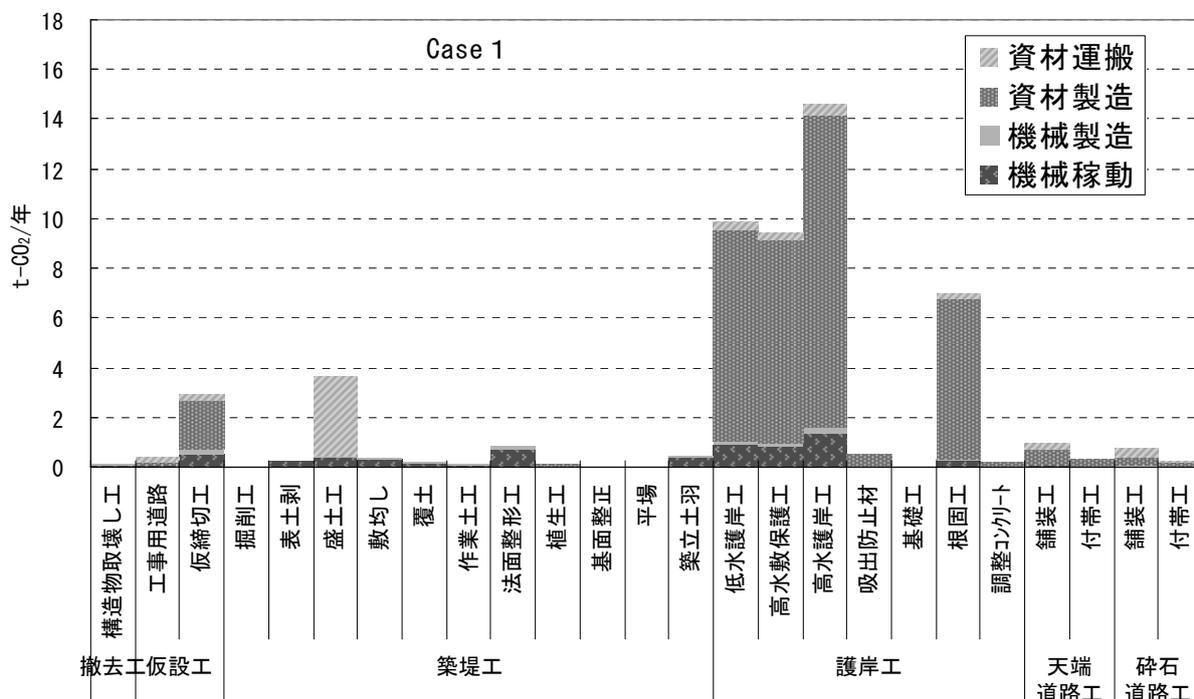


図 4. 3-101 Case1 試算結果

## Case2（県管理区間）

### ① 工事概要

工事概要を表 4. 3-84 に示す。豪雨による破堤部分を含む災害復旧助成事業（計画高水流量 1,800m<sup>3</sup>/s）による築堤護岸整備である。河床勾配は 1/736 と中流河川の様相であり、図 4. 3-102 に示す設計図の標準横断の法勾配の高水・低水ともに 1:2.0 となっている。

浸透に対する安全性を確保するため、基盤漏水対策として川表遮水矢板工法、堤体漏水対策として粘性土による断面拡幅工法を採用している。高水敷の利用や環境保全に配慮して、高水護岸部には隠し護岸と覆土形式を採用している。低水護岸部は、現況滲筋の再現や水生動物の生息環境保全に配慮し、自然石固着金網護岸と栗石粗朶工の多自然・伝統的工法を採用している。

### ② LCA 手法適用にあたっての特記事項

- ・ 災害復旧助成事業であるため、通常の築堤工に加えて高水敷部の粘性土置換や基礎工で鋼矢板を堤体下に全損する等、堤防部の補強対策が施されている。
- ・ 低水護岸部に複数の多自然工法が採用されている。
- ・ コンクリートブロック等の製品指定はなし。
- ・ 資材調達場所、廃棄物の処分場所等は不明。

### ③ 環境負荷量の試算結果

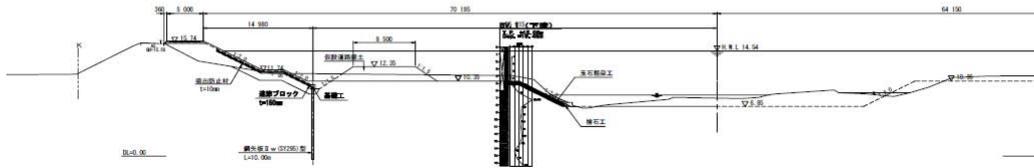
試算結果を表 4. 3-85 および図 4. 3-103 に示す。

- ・ 高水敷部はコンクリート造の護岸で耐用年数が 30 年であるが、低水敷部は粗朶等を利用した木造で耐用年数が 10 年であり、供用 1 年あたりの二酸化炭素排出量は 69.69t-CO<sub>2</sub>/年となる。
- ・ 資材製造に関わる二酸化炭素排出量が多く 6 割を占め、ついで資材運搬が 26%、建設機械の稼働が 10%、建設機械の機械製造分は 2%となっている。
- ・ 二酸化炭素排出源の多くは盛土の土砂に用いた購入土の製造と運搬、残土の処分によるものである。これは、本事例が災害復旧助成事業であり、堤防強化のために盛土に大量の土量が必要とした点や粘性土を用いたことによる。
- ・ もう一つの堤防の強化対策として、高水敷部の基礎工に鋼矢板を全損で設置しており、鋼矢板の利用により二酸化炭素排出量が増加している。
- ・ 低水護岸については、粗朶や捨石などの多自然工法を利用しており、建設機械の稼働も少ないことから二酸化炭素排出量が少なく、全体の 7%程度であった。

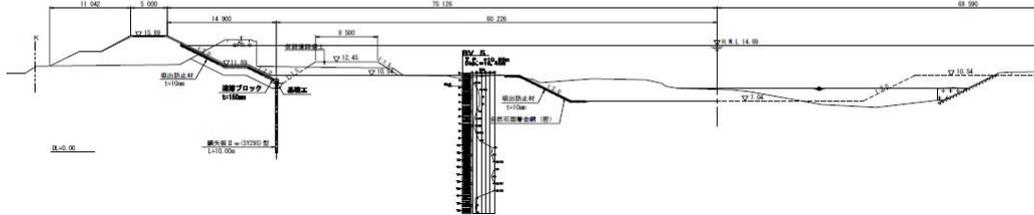
表 4. 3-84 工事概要

項目	主な内容
施工延長	L=305.5m
河床勾配	I=1/736
撤去工	既設コンクリート、既設アスファルト
仮設工	工事用道路
土工	掘削、盛土、埋戻、残土処分
高水護岸	連節ブロック、基礎工（鋼矢板）
低水護岸	自然石固着金網、玉石粗朶工
根固め	捨石工

No. 160



No. 167



標準断面図 S=1:50

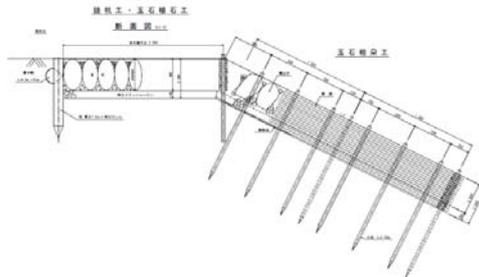
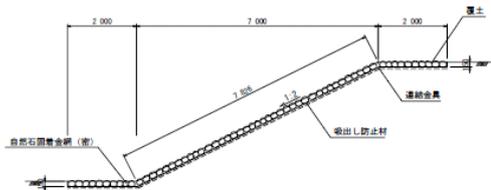


図 4. 3-102 標準断面図

表 4. 3-85 Case2 試算結果

工種	種別	建設機械		資材		工種計		CO2排出量/年		備考
		稼動	製造(利用分)	製造	運搬	[A]	[B]	[A]/[B]		
撤去工(高水敷)	既設CO撤去	0.92	0.17		4.32	5.41	30	0.18	0.26%	高水敷: コンクリートブロック造の護岸 耐用年数30年  低水敷: 木造(粗梁)の護岸 耐用年数10年  注)人力施工で調達資材がないまたは資材が算定不可だった工種は0t-CO2
	既設AS撤去	0.02	0.00		0.17	0.19	30	0.01	0.01%	
仮設工	盛土・撤去	5.91	1.07	45.08	49.85	101.91	30	3.40	4.87%	
	天端砕石	0.46	0.15	2.39	3.64	6.64	30	0.22	0.32%	
土工(高水敷)	高水敷盛土	0.01	0.00	469.34	39.37	508.72	30	16.96	24.33%	
	機械掘削	8.52	1.71			10.23	30	0.34	0.49%	
	床堀	2.54	0.47			3.01	30	0.10	0.14%	
	埋戻C	1.25	0.21			1.46	30	0.05	0.07%	
	覆土	1.03	0.19			1.22	30	0.04	0.06%	
	粘性土置換	2.95	0.46			3.41	30	0.11	0.16%	
	堤体盛土	8.12	1.64			9.76	30	0.33	0.47%	
	掘削(高水敷)	4.59	0.92			5.51	30	0.18	0.26%	
	基面整正						30			
	盛土法面整形	1.74	0.33			2.07	30	0.07	0.10%	
	切土法面整形	3.65	0.68			4.33	30	0.14	0.21%	
護岸工(高水敷)	張芝						30			
	残土処分				30.05	30.05	30	1.00	1.44%	
護岸工(高水敷)	連節ブロック	26.35	4.38	236.81	6.14	273.68	30	9.12	13.09%	
	基礎工	6.65	1.97	452.05	2.14	462.81	30	15.43	22.14%	
土工(低水敷)	掘削(低水敷)	21.21	4.25			25.46	10	2.55	3.65%	
	盛土(低水敷)	1.15	0.23			1.38	10	0.14	0.20%	
	埋戻C	0.05	0.01			0.06	10	0.01	0.01%	
	盛土法面整形	0.35	0.07			0.42	10	0.04	0.06%	
	切土法面整形	2.83	0.53			3.36	10	0.34	0.48%	
	基面整正						10			
護岸工(低水)	残土処分				129.97	129.97	10	13.00	18.65%	
	捨石	0.35	0.05	1.79	0.37	2.56	10	0.26	0.37%	
	玉石植石工			6.28	1.07	7.35	10	0.74	1.05%	
	玉石粗梁工			5.43	1.64	7.07	10	0.71	1.01%	
	自然石護岸(密)	17.00	2.83	20.07	2.27	42.17	10	4.22	6.05%	
護岸工(低水)	詰杭工			0.28	0.01	0.29	10	0.03	0.04%	
	詰杭工			0.28	0.01	0.29	10	0.03	0.04%	
総計		117.65	22.32	1239.52	271.01	1650.50		69.69		
		7.1%	1.4%	75.1%	16.4%	t-CO2		t-CO2/年		

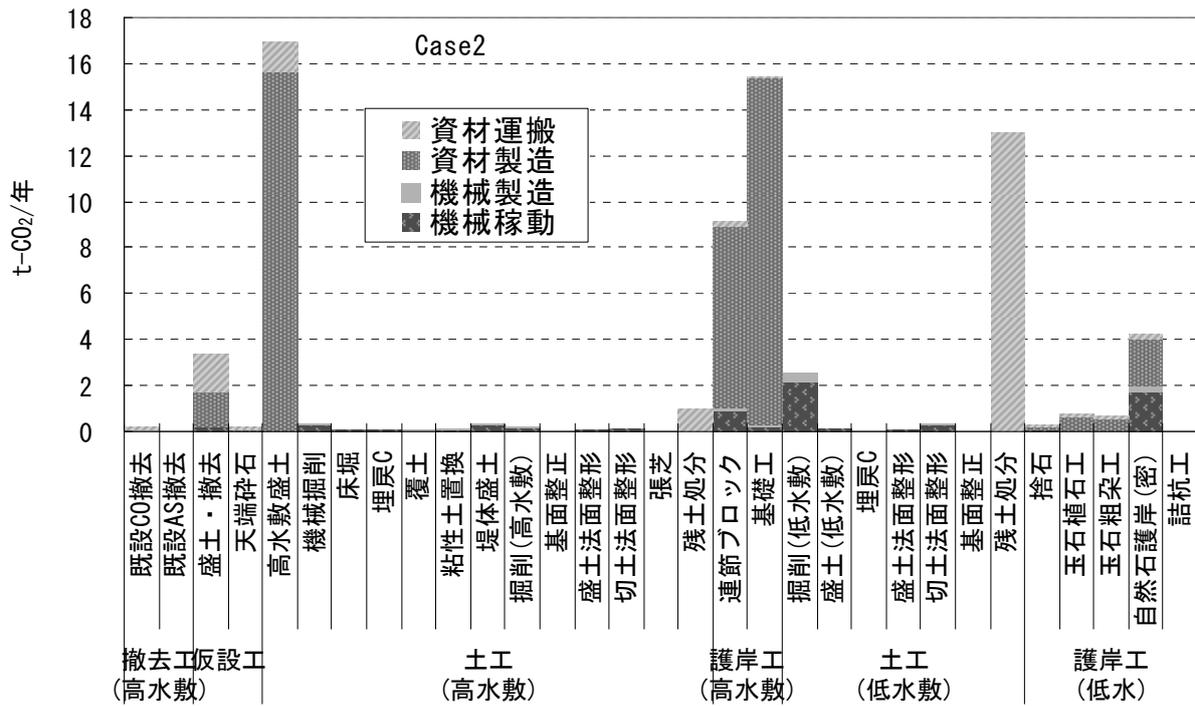


図 4. 3-103 Case2 試算結果

Case3 (県管理区間)

① 工事概要

工事概要を表 4. 3-86 に示す。河川管理者、教育関係者や地元住民等を含めた推進協議会を通してPI 事業として進められた河川整備事業である。対象区間は狭窄部となっており、河床勾配は1/65と急流で、図 4. 3-104 に示す設計図標準断面の法勾配も1:0.5と急になっている。

協議会の要望を受けて自然環境、景観、水辺利用などに配慮した整備が実施されており、工種も多自然川づくりを基本として自然空石積みや魚巢ブロック、木工沈床など、多様な多自然・伝統的工法が採用されている。

表 4. 3-86 工事概要

項目	主な内容
施工延長	L=300m
河床勾配	I=1/65
仮設工	土堰堤仮設道路、仮水路
土工	床掘、盛土、埋戻、残土処分
低水護岸	アンカー式自然石積み、魚巢ブロック、天端ブロック、間知ブロック
根固め	木工沈床、既存ブロック工 (2t 型) 転用
舗装工	表面舗装工

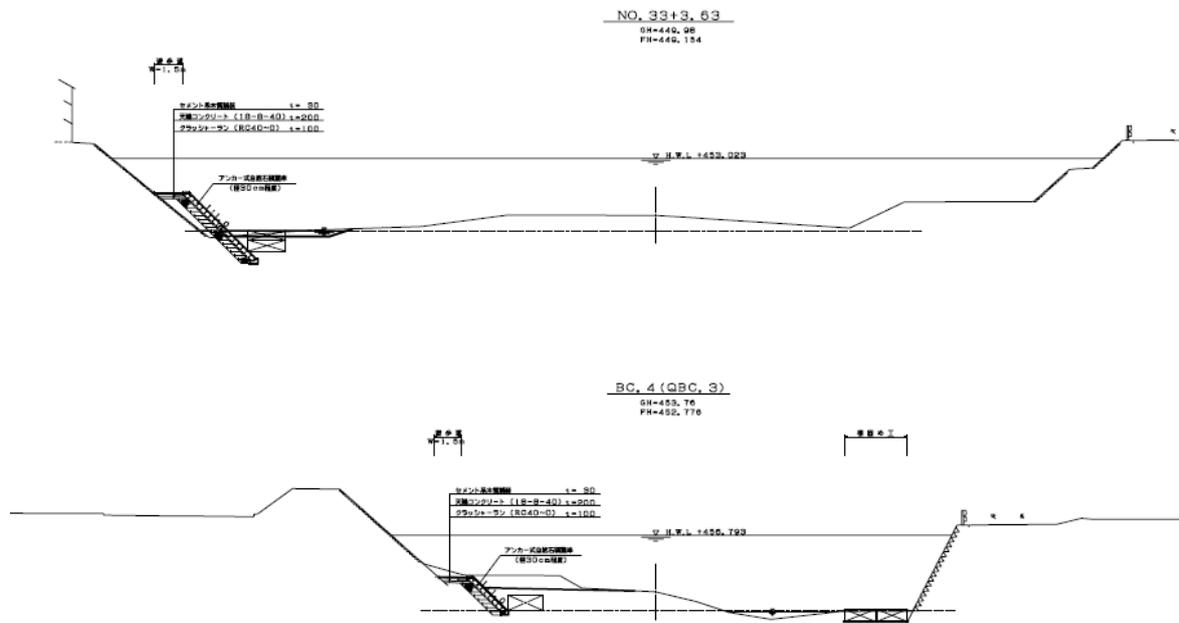


図 4. 3-104 標準断面図

### ② LCA 手法適用にあたっての特記事項

- ・ 低水護岸部に複数の多自然工法が採用されている。
- ・ コンクリートブロック等の製品指定なし。
- ・ 資材調達場所、廃棄物の処分場所等は不明。

### ③ 環境負荷量の試算結果

試算結果を表 4. 3-87 および 図 4. 3-105 に示す。

- ・ 護岸はアンカー式自然石積みの石造護岸のため、耐用年数が 50 年であるが、低水部分は木工沈床を利用した木造で耐用年数が 10 年である。供用 1 年あたりの二酸化炭素排出量は 8.67t-CO<sub>2</sub>/年となる。
- ・ 資材製造に関わる二酸化炭素排出量が多く 8 割を占め、次いで資材運搬が 17%、建設機械の稼働が 4%、建設機械の機械製造分は 0.7%となっている。
- ・ 多自然工法を多用しており、建設機械の稼働もほとんどないことから、他の 2 事例と比較して二酸化炭素排出量が少なくなっている。
- ・ 主な二酸化炭素排出源は、木工沈床根固のコンクリート土台部や投入する栗石・砕石、護岸の裏込材の砕石等であった。
- ・ 全体の二酸化炭素排出量が少ないため、仮設工(工事用道路、仮水路)の割合が 10%程度と高くなった。
- ・ 残土処分に係る二酸化炭素排出量が多いことから、他の工事現場等での残土の転用により排出量の抑制が期待される。

表 4. 3-87 Case3 試算結果

工種	種別	建設機械		資材		工種計		CO2排出量/年		備考
		稼働	製造(利用分)	製造	運搬	[A]	[B]	[A]/[B]		
仮締切	土堰堤仮設道路	1.70	0.31	13.45	17.78	33.24	50	0.66	7.67%	護岸部分： 石造の護岸 耐用年数50年  根固： 木造 耐用年数10年  注) 人力施工で調達 資材がないまたは 資材が算定不可 だった工種は0t- CO2となる。
	仮水路	0.22	0.04	10.59	0.09	10.94	50	0.22	2.52%	
築堤工	床堀	6.76	1.24			8.00	50	0.16	1.85%	
	盛土工	0.02	0.02			0.04	50	0.00	0.01%	
	埋戻	1.87	0.30			2.17	50	0.04	0.50%	
	残土処分				22.17	22.17	50	0.44	5.12%	
	基面整形						50			
	切土法面整形	2.31	0.43			2.74	50	0.05	0.63%	
	盛土法面整形	0.23	0.04			0.27	50	0.01	0.06%	
護岸工	アンカー式自然石積み	0.10	0.02	9.03	1.91	11.06	50	0.22	2.55%	
	魚巣ブロック			2.02	0.06	2.08	50	0.04	0.48%	
	魚巣天端ブロック			0.37	0.01	0.38	50	0.01	0.09%	
	間知式ブロック			1.46	0.05	1.51	50	0.03	0.35%	
	吸出防止材設置工			1.91	0.00	1.91	50	0.04	0.44%	
	裏込材料投入工			38.67	9.40	48.07	50	0.96	11.09%	
	裏込コンクリート打設工			1.47	0.06	1.53	50	0.03	0.35%	
	現場打基礎工			6.48	0.28	6.76	50	0.14	1.56%	
	現場打天端工			25.26	1.10	26.36	50	0.53	6.08%	
	根固工	既設根固ブロック撤去	0.38	0.06			0.44	10	0.04	
根固ブロック据付工		0.43	0.07			0.50	10	0.05	0.58%	
木工沈床根固据付				43.72	4.09	47.81	10	4.78	55.16%	
基面整形工							10			
小口止工	小口止工			0.85	0.04	0.89	50	0.02	0.21%	
舗装工	表層舗装工			9.15	0.34	9.49	50	0.19	2.19%	
総計		14.02	2.53	164.43	57.38	238.36		8.67		
		5.9%	1.1%	69.0%	24.1%	t-CO2		t-CO2/年		

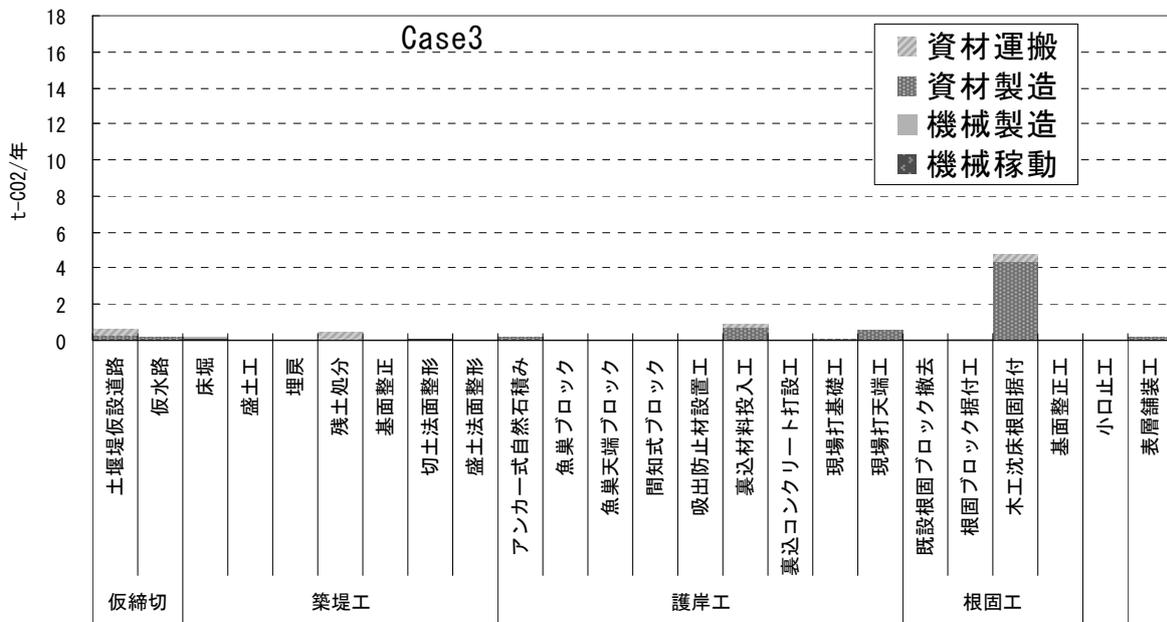


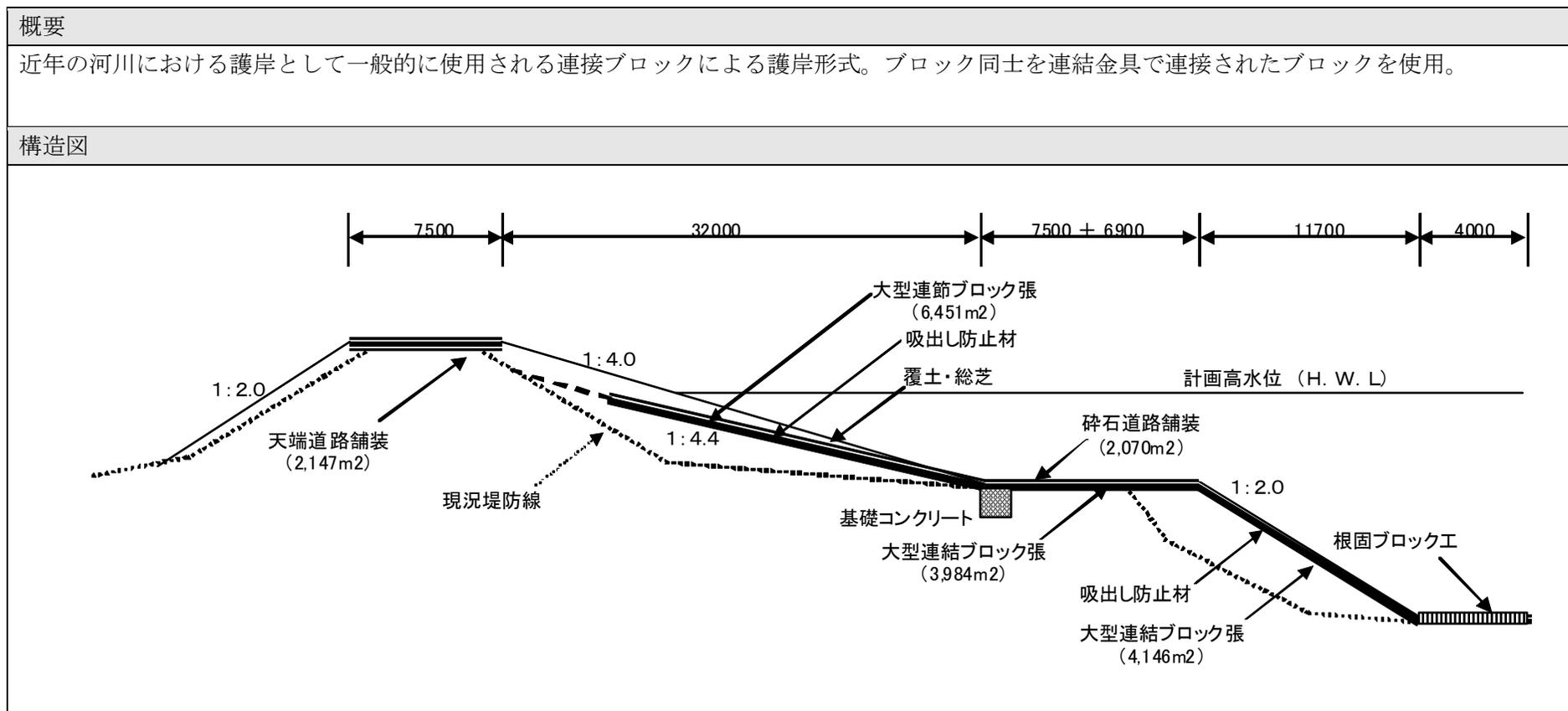
図 4. 3-105 Case3 試算結果

(5) 河川護岸（その2）

① 構造形式

試算対象とした構造形式を表 4. 3-88 に示す。

表 4. 3-88 試算対象構造形式



② 工事数量および二酸化炭素排出量の試算結果

工事数量および二酸化炭素排出量の試算結果を表 4. 3-89 に示す。

表 4. 3-89 工事数量および二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量 (合計) : 2,881 t

区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分		名称	規格	単位	数量	単位変換後		名称	単位	みなし水準	金額評価	備考	原単位 (t-CO <sub>2</sub> /単位)				環境負荷原単位 (t-CO <sub>2</sub> )																										
			数量	区分					単位	数量						合計	生産	出荷	燃焼	合計	生産	出荷	燃焼																							
護岸工	m2	4145.7	資材	運結ブロック		m2	4,145.7	t	1,581.7		セメント製品	t					3.72E-01	3.72E-01	2.77E-02	632.238	588.383	43.855																								
																	3.03E+00			30.147																										
																	9.949.6	L	9.949.6	L	軽油(ラフレールクレーン)	L																								
																	82.9	日	82.9	日	ラフレールクレーン 油圧伸縮シブ型・排出ガス対策型(第1次基準値) 25t吊	日																								
																	260	個	260	個	0.3	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																							
																	4114	個	4,114.0	t	4.1	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																							
																	3984.2	資材	運結ブロック	m2	3,984.2	t	1,520.1																							
																	9,562.2	L	9,562.2	L	軽油(ラフレールクレーン)	L																								
																	79.7	日	79.7	日	ラフレールクレーン 油圧伸縮シブ型・排出ガス対策型(第1次基準値) 25t吊	日																								
																	255	個	255.0	個	0.3	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																							
3146	個	3,146.0	t	3.1	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																																								
高水数保護工	m2	3984.2	資材	運結ブロック		m2	3,984.2	t	1,520.1		セメント製品	t					3.72E-01	3.72E-01	2.77E-02	607.619	565.472	42.147																								
																	3.03E+00			28.973																										
																	9,562.2	L	9,562.2	L	軽油(ラフレールクレーン)	L																								
																	79.7	日	79.7	日	ラフレールクレーン 油圧伸縮シブ型・排出ガス対策型(第1次基準値) 25t吊	日																								
																	255	個	255.0	個	0.3	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																							
																	3146	個	3,146.0	t	3.1	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																							
																	高水護岸工	m2	6450.7	資材	運結ブロック		m2	6,450.7	t	2,331.8		セメント製品	t					3.72E-01	3.72E-01	2.77E-02	932.088	867.433	64.654							
																																		1.82E+00			7.506									
																																		15,481.7	L	15,481.7	L	軽油(ラフレールクレーン)	L							
																																		129.0	日	129.0	日	ラフレールクレーン 油圧伸縮シブ型・排出ガス対策型(第1次基準値) 25t吊	日							
4.1	個	4.1	個	0.3	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																																								
3,146.0	t	3.1	特殊鋼熱間圧延鋼材	t																																										
吸出防止材	m2	14581	資材	吸出防止材		m2	14,580.6	t	8.0		その他の繊維工業製品	t																						7.10E+00	7.10E+00	2.34E-01	58.815	56.937	1.878							
																	根固工	個	380	資材	掘削シャッフル		個	380.0	t	0.5		特殊鋼熱間圧延鋼材	t					1.34E+00	1.34E+00	1.79E-02	666	657	9							
調整コンクリート	m3	19.4	資材	調整コンクリート		m3	19.4	m3	19.4		生コン,ポルトランドセメント	m3					2.81E-01	2.81E-01	6.82E-03	5.584	5.451	132																								
基礎コンクリート	kg	59.7	資材	鉄筋		kg	59.7	t	0.1		普通鋼小棒	t					8.37E-01	8.37E-01	1.85E-02	51	50	1																								
基礎コンクリート	m2	0.115	資材	伸縮目地		m2	0.1	t	0.0		普通鋼小棒	t					8.37E-01	8.37E-01	1.85E-02	26	25	1																								
基礎コンクリート	m3	2.3	資材	コンクリート型枠		m3	2.3	m3	2.3		生コン,ポルトランドセメント	m3					2.81E-01	2.81E-01	6.82E-03	662	646	16																								

### ③ 排出起源別の二酸化炭素排出量

・図 4. 3-106 に示すとおり、資材からの排出が大部分を占める。

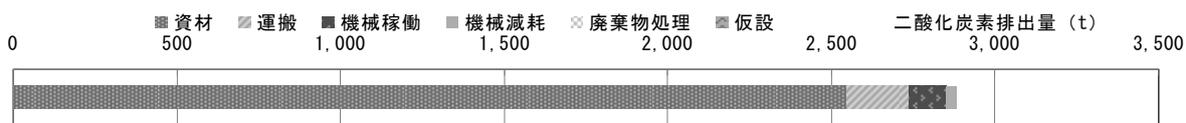


図 4. 3-106 排出起源別の二酸化炭素排出量

### ④ 工種別の二酸化炭素排出量

・図 4. 3-107 に示すとおり低水および高水護岸工からの排出が約 6 割を占める。

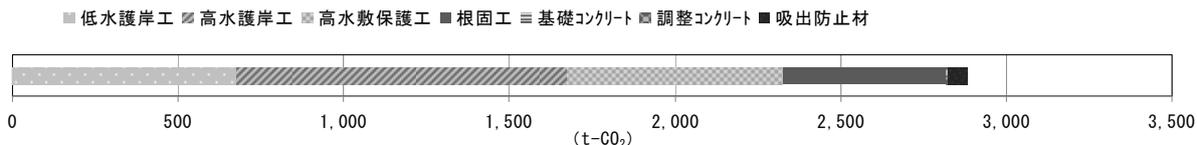


図 4. 3-107 工種別の二酸化炭素排出量

### ⑤ 資機材別の二酸化炭素排出量

・図 4. 3-108 に示すとおりセメント製品からの排出が 9 割以上を占める。

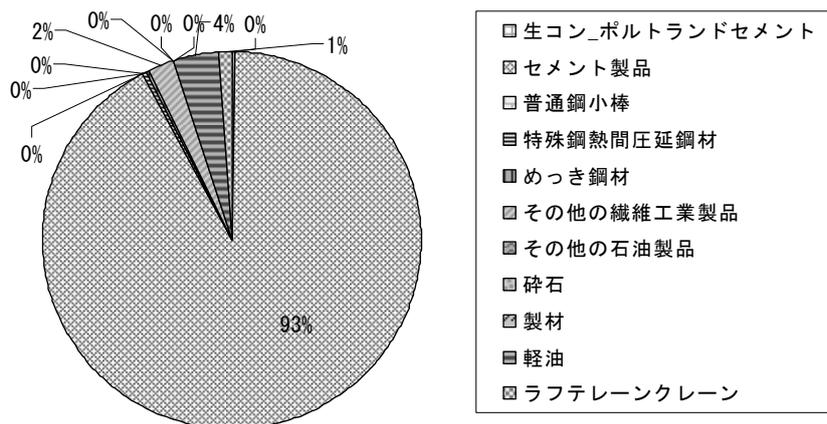


図 4. 3-108 資機材別の二酸化炭素排出量

## (6) 小河川改修

### ① 対象河川

流域面積：約 12km<sup>2</sup>、確率規模：50 年確率、計画流量：80m<sup>3</sup>/s、河床勾配：約 1/100、対象区間：L=500m

### ② 構造形式

試算対象とした構造形式は Case1～3 の 3 パターンとした。

#### Case1

図 4. 3-109 のとおり、左右岸ともに石積み擁壁とし、HWL+余裕高を超える個所にはパラペットを設ける。また、落差工を 1ヶ所設ける。



③ 工事数量および二酸化炭素排出量の試算結果

試算対象とした構造形式について、工事数量および二酸化炭素排出量の試算結果を表 4. 3-90、表 4. 3-91 および表 4. 3-92 に示す。

表 4. 3-90 Case1 試算結果

		809t-CO <sub>2</sub>						CO <sub>2</sub> 排出量合計値						
工種	種別	細分	工事種別・数量		作業内容	単位	数量	原単位			個別計算結果			CO <sub>2</sub> 合計
			規格・形状寸法1	規格・形状寸法2				資材原単位 【3EID】	燃料原単位	機械製造 原単位	資材消費 CO <sub>2</sub> 【3EID】	燃料消費 CO <sub>2</sub>	機器損料 CO <sub>2</sub>	
							kg-CO <sub>2</sub> /*	kg-CO <sub>2</sub> /L	t-CO <sub>2</sub> /t	kg-CO <sub>2</sub> /*	kg-CO <sub>2</sub> /*	kg-CO <sub>2</sub> /*	kg-CO <sub>2</sub> /*	
土工	土工	掘削				m3	11,124.0	—	2.64	2.87	—	13,815	2,091	15,907
		埋戻				m3	2,392.0	—	2.64	2.87	—	726	1,961	2,688
		盛土	W<1.0m	締固め (敷均し:人力)		m3	30.0	—	2.64	2.87	—	9	25	34
		残土処理	土砂(岩塊・玉石混 り土含む)	運搬距離(BH山積0.8m3 DID無)10.0km以下		m3	8,702.0	—	2.64	2.87	—	58,869	4,200	63,069
撤去工	撤去工	Co撤去			取壊し	m3	1,450.0	—	2.64	2.87	—	1,847	454	2,301
		Co撤去			運搬	m3	1,450.0	—	2.64	2.87	—	9,809	700	10,509
0														
護岸工	基礎工	コンクリート	18-8-40		打設	m3	136.0	—	2.64	2.87	—	551	64	616
		コンクリート	18-8-40		資材	m3	136.0	262.00	—	—	35,632	—	—	35,632
		コンクリート	18-8-40		運搬	m3	136.0	—	2.64	2.87	—	920	66	986
		均しコンクリート	18-8-40		打設	m3	75.0	—	2.64	2.87	—	304	35	339
		均しコンクリート	18-8-40		資材	m3	75.0	262.00	—	—	19,650	—	—	19,650
		均しコンクリート	18-8-40		運搬	m3	75.0	—	2.64	2.87	—	507	36	544
		基面整正				m2	750.0	—	2.64	2.87	—	66	2	68
天端工	コンクリート	18-8-40		打設	m3	783.0	—	2.64	2.87	—	3,174	370	3,544	
		18-8-40		資材	m3	783.0	262.00	—	—	205,146	—	—	205,146	
		18-8-40		運搬	m3	783.0	—	2.64	2.87	—	5,297	378	5,675	
護岸工	石積	控350		設置	m2	4,896.8	—	2.64	2.87	—	21,101	7,928	29,029	
		控350		資材	m2	4,896.8	5.50	—	—	9,426	—	—	9,426	
		控350		運搬	m3	1,713.9	—	2.64	2.87	—	11,594	827	12,422	
		裏込めコンクリート	18-8-40		資材	m3	734.5	262.00	—	—	192,439	—	—	192,439
		裏込めコンクリート	18-8-40		運搬	m3	734.5	—	2.64	2.87	—	4,969	355	5,323
	裏込め砕石	RC-40		資材	m3	979.4	5.50	—	—	5,387	—	—	5,387	
		RC-40		運搬	m3	979.4	—	2.64	2.87	—	6,626	473	7,098	
		RC-40		設置	m2	4,896.8	—	2.64	2.87	—	21,101	7,928	29,029	
パラベット工	コンクリート	24-8-40		打設	m3	433.6	—	2.64	2.87	—	1,758	205	1,963	
		24-8-40		資材	m3	433.6	262.00	—	—	113,603	—	—	113,603	
		24-8-40		運搬	m3	433.6	—	2.64	2.87	—	2,933	209	3,143	
	鉄筋	鉄筋		資材	t	30.4	1133.00	—	—	34,443	—	—	34,443	
		鉄筋		運搬	m3	3.9	—	2.64	2.87	—	26	2	28	
0														
落差工	コンクリート	18-8-40		打設	m3	45.5	—	2.64	2.87	—	184	21	206	
		18-8-40		資材	m3	45.5	262.00	—	—	11,921	—	—	11,921	
		18-8-40		運搬	m3	45.5	—	2.64	2.87	—	308	22	330	
		1t型		横取り積込	個	104	—	2.64	2.87	—	561	68	629	
	護床工	1t型		荷卸	個	104	—	2.64	2.87	—	607	74	681	
	護床工	1t型		据付	個	104	—	2.64	2.87	—	875	106	981	
	護床工	1t型		作製	個	104	—	2.64	2.87	—	219	27	245	
	護床工	1t型		資材	個	104	262.00	—	—	12,262	—	—	12,262	
	護床工	1t型		運搬	m3	46.8	—	2.64	2.87	—	317	23	339	
CO <sub>2</sub> 排出量合計値										639,909	147,973	20,722	<b>808,604</b>	

表 4. 3-91 Case2 試算結果

2,976t-CO<sub>2</sub>

工事種別・数量							原単位			個別計算結果			CO2合計	
工種	種別	細分	規格・形状寸法1	規格・形状寸法2	作業内容	単位	数量	資材原単位	燃料原単位	機械製造	資材消費	燃料消費	機器損料	3EID
								【3EID】	単位	原単位	CO2	CO2	CO2	原単位
								kg-CO2/*	kg-CO2/L	t-CO2/t	kg-CO2/*	kg-CO2/*	kg-CO2/*	kg-CO2/*
土工	土工	掘削				m3	2,798.0	—	2.64	2.87	—	3,475	526	4,001
		埋戻				m3	1,258.0	—	2.64	2.87	—	382	1,032	1,414
		残土処理	土砂(岩塊・玉石混り土含む)	運搬距離(BH山積0.8m3 DID無)10.0km以下		m3	1,540.0	—	2.64	2.87	—	10,418	743	11,161
撤去工	撤去工	Co撤去			取壊し	m3	1,450.0	—	2.64	2.87	—	1,847	454	2,301
		Co撤去			運搬	m3	1,450.0	—	2.64	2.87	—	9,809	700	10,509
														0
護岸工	コーピング工	コンクリート	18-8-40		打設	m3	620.0	—	2.64	2.87	—	2,513	293	2,806
		コンクリート	18-8-40		資材	m3	620.0	262.00	—	—	162,440	—	—	162,440
		コンクリート	18-8-40		運搬	m3	620.0	—	2.64	2.87	—	4,194	299	4,494
		鉄筋			資材	t	15.9	1133.00	—	—	17,981	—	—	17,981
		鉄筋			運搬	m3	2.0	—	2.64	2.87	—	14	1	15
	矢板護岸工	鋼矢板	IVW型 L=11.0m		打設	枚	1,034.0	—	2.64	2.87	—	54,569	2,466	57,035
		鋼矢板	IVW型 L=11.0m		打設	枚	1,034.0	—	2.64	2.87	—	21,741	2,642	24,383
		鋼矢板	IVW型 L=11.0m		資材	t	1,205.6	1425.00	—	—	1,718,043	—	—	1,718,043
		鋼矢板	IVW型 L=11.0m		運搬	m3	153.6	—	2.64	2.87	—	1,039	74	1,113
		鋼矢板	IIIW型 L=9.5m		打設	枚	636.0	—	2.64	2.87	—	33,565	1,517	35,082
		鋼矢板	IIIW型 L=9.5m		打設	枚	636.0	—	2.64	2.87	—	13,372	1,625	14,997
		鋼矢板	IIIW型 L=9.5m		資材	t	493.0	1425.00	—	—	702,563	—	—	702,563
		鋼矢板	IIIW型 L=9.5m		運搬	m3	62.8	—	2.64	2.87	—	425	30	455
	河床コンクリート張	コンクリート	18-8-40		打設	m3	750.0	—	2.64	2.87	—	3,040	354	3,395
		コンクリート	18-8-40		資材	m3	750.0	262.00	—	—	196,500	—	—	196,500
		コンクリート	18-8-40		運搬	m3	750.0	—	2.64	2.87	—	5,074	362	5,436
CO2排出量合計値											2,797,527	165,477	13,119	<b>2,976,123</b>

④ Case間の比較

表 4. 3-93 および図 4. 3-112 に示すとおり算定した各ケースの二酸化炭素排出量について工種ごとに比較した。どのケースも護岸工の占める割合が高く、絶対量では矢板護岸を使用したCase2の二酸化炭素排出量が圧倒的に大きい。

土工については、Case1 に対し Case3 は片岸のみの護岸設置ということで二酸化炭素排出量は少なくなり、Case2 は矢板護岸ということで土砂の掘削や残土処理が非常に少ないため二酸化炭素排出量が少ない。

総排出量から Case3 が有利であるが、これは片岸を既設護岸利用としたことが大きな要因である。

表 4. 3-92 Case3 試算結果

427t-CO<sub>2</sub>

工事種別・数量							原単位			個別計算結果			CO2合計	
工種	種別	細分	規格・形状寸法1	規格・形状寸法2	作業内容	単位	数量	資材原単位 【3EID】 kg-CO2/*	燃料原単位 kg-CO2/L	機械製造 原単位 t-CO2/t	資材消費 CO2 【3EID】 kg-CO2/*	燃料消費 CO2 kg-CO2/*	機器損料 CO2 kg-CO2/*	3EID 原単位 kg-CO2/*
土工	土工	掘削				m3	6,848.0	-	2.64	2.87	-	8,505	1,287	9,792
		埋戻				m3	1,270.0	-	2.64	2.87	-	386	1,041	1,427
		盛土	W<1.0m	締固め (敷均し:人力)		m3	270.0	-	2.64	2.87	-	82	221	303
		残土処理	土砂(岩塊・玉石混 り土含む)	運搬距離(BH山積0.8m3 DID無)10.0km以下		m3	5,308.0	-	2.64	2.87	-	35,908	2,562	38,470
撤去工	撤去工	Co撤去			取壊し	m3	828.5	-	2.64	2.87	-	1,055	260	1,315
		Co撤去			運搬	m3	828.5	-	2.64	2.87	-	5,605	400	6,005
護岸工	基礎工	コンクリ ート	18-8-40		打設	m3	74.8	-	2.64	2.87	-	303	35	339
		コンクリ ート	18-8-40		資材	m3	74.8	262.00	-	-	19,598	-	-	19,598
		コンクリ ート	18-8-40		運搬	m3	74.8	-	2.64	2.87	-	506	36	542
		均しコン クリ ート	18-8-40		打設	m3	41.3	-	2.64	2.87	-	167	20	187
		均しコン クリ ート	18-8-40		資材	m3	41.3	262.00	-	-	10,821	-	-	10,821
		均しコン クリ ート	18-8-40		運搬	m3	41.3	-	2.64	2.87	-	279	20	299
		基面整正				m2	412.5	-	2.64	2.87	-	37	1	38
天端工	コンクリ ート	18-8-40			打設	m3	430.7	-	2.64	2.87	-	1,746	203	1,949
	コンクリ ート	18-8-40			資材	m3	430.7	262.00	-	-	112,843	-	-	112,843
	コンクリ ート	18-8-40			運搬	m3	430.7	-	2.64	2.87	-	2,914	208	3,122
護岸工	石積	控350			設置	m2	2,743.7	-	2.64	2.87	-	11,823	4,442	16,265
	石積	控350			資材	m2	2,743.7	5.50	-	-	5,282	-	-	5,282
	石積	控350			運搬	m3	960.3	-	2.64	2.87	-	6,496	464	6,960
	裏込めコ ンクリ ート	18-8-40			資材	m3	411.6	262.00	-	-	107,839	-	-	107,839
	裏込めコ ンクリ ート	18-8-40			運搬	m3	411.6	-	2.64	2.87	-	2,784	199	2,983
	裏込め砕 石	RC-40			資材	m3	548.7	5.50	-	-	3,018	-	-	3,018
	裏込め砕 石	RC-40			運搬	m3	548.7	-	2.64	2.87	-	3,712	265	3,977
根継ぎ工	コンクリ ート	24-8-40			打設	m3	195.4	-	2.64	2.87	-	792	92	884
	コンクリ ート	24-8-40			資材	m3	195.4	262.00	-	-	51,195	-	-	51,195
	コンクリ ート	24-8-40			運搬	m3	195.4	-	2.64	2.87	-	1,322	94	1,416
														0
落差工	護床工	1t型			横取り 積込	個	139	-	2.64	2.87	-	749	91	840
	護床工	1t型			荷卸	個	139	-	2.64	2.87	-	812	99	910
	護床工	1t型			据付	個	139	-	2.64	2.87	-	1,169	142	1,311
	護床工	1t型			作製	個	139	-	2.64	2.87	-	292	36	328
	護床工	1t型			資材	個	139	262.00	-	-	16,388	-	-	16,388
	護床工	1t型			運搬	m3	62.6	-	2.64	2.87	-	423	30	453
CO2排出量合計値											326,983	87,868	12,248	<b>427,100</b>

表 4. 3-93 ケース間の結果比較

	Case1	Case2	Case3	備考
土工	82	17	50	
撤去	13	13	7	
護岸	687	2,741	350	
その他	28	205	20	落差工、河床張
合計	810	2,976	427	



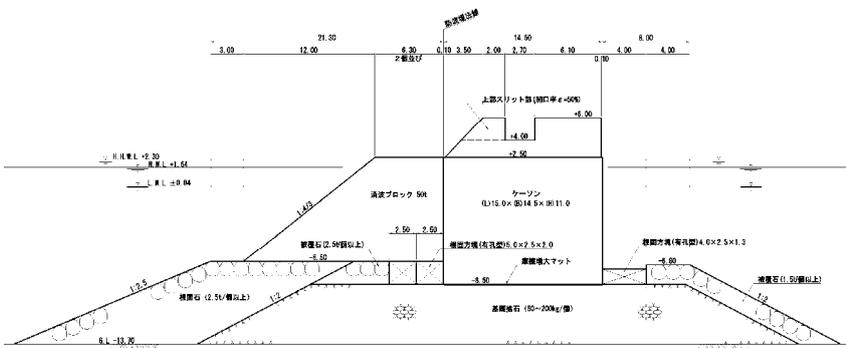
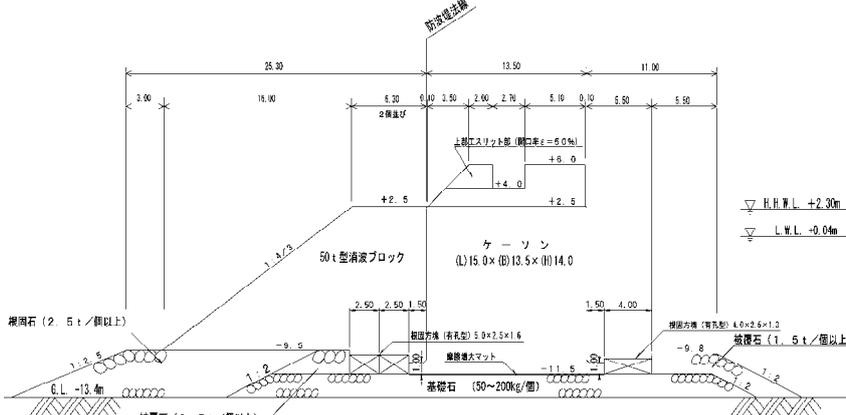
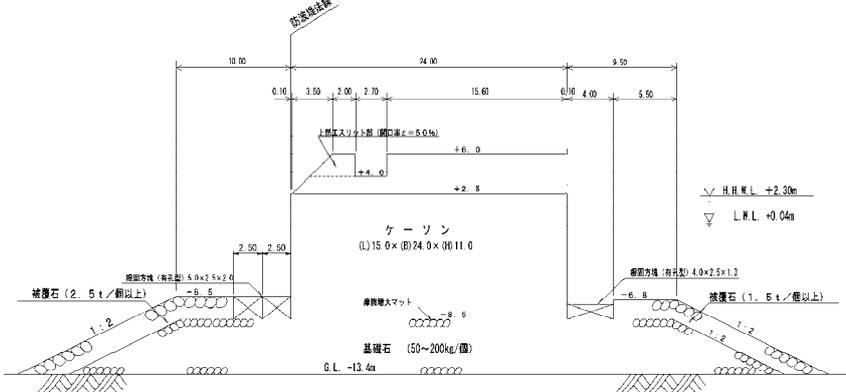
図 4. 3-112 各計画ケースにおける二酸化炭素排出量の比較

(7) 防波堤

① 構造形式

試算対象とした構造形式を表 4. 3-94 に示す。

表 4. 3-94 試算対象の構造形式

代替技術	概要	構造図
Case1	消波ブロック被覆堤 (ケーソン式、ダブルパラペット)	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 堤体の直立部をケーソンで築造する最も一般的な構造形式</li> <li>• 消波ブロックの被覆により波力、反射波を低減。</li> <li>• 底面反力 <math>692 \leq 700</math> (kN/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
Case2	消波ブロック被覆堤 (ケーソン式、ダブルパラペット) Case1 のケーソン設置水深を下げた場合	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• ケーソン設置水深を下げた断面</li> <li>• 増加した底面反力の低減のためフーチングを設置。</li> <li>• 底面反力 <math>687 \leq 700</math> (kN/m<sup>2</sup>)</li> </ul>
Case3	混成堤 (ケーソン式、ダブルパラペット) 消波ブロック被覆なしの場合	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 消波ブロックを被覆しない断面</li> <li>• 消波ブロック被覆断面に比して波力が増大するため、堤体幅が大</li> <li>• 底面反力 <math>372</math> (kN/m<sup>2</sup>) <math>\leq 700</math> (kN/m<sup>2</sup>)</li> </ul>

② 工事数量および二酸化炭素排出量の試算結果

試算対象とした構造形式の代替技術について、工事数量および二酸化炭素排出量の試算結果を表 4. 3-95、表 4. 3-96 および表 4. 3-97 に示す。

表 4. 3-95 Case1 工事数量と二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量 (合計) : 65 t

工事数量	環境負荷原単位										環境負荷量 (kg-CO2)			
	区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	単位	備考	原単位 合計	生産	出荷	燃焼	合計	生産	出荷	燃焼
基礎工	(01) 基礎石投入	5~200kg/個	m3	311.8	-	m3	2.19E+01				6.817			
	(02) 基礎荒均し	±50cm, 水深 - 9.5m以浅	m2	13.4	-	m2	1.67E+01				223			
	(03)	±50cm, 水深 - 9.5m以深	m2	20.1	-	m2	1.84E+01				370			
	(04) 基礎本均し	±5cm, 水深 -9.5m以浅	m2	25.5	-	m2	4.52E+01				1,152			
本土工	(05) 鉄筋荷卸し		t	3.7	-	t	4.20E+00				16			
	(06) 鉄筋加工組立		kg	3,700.0	-	kg	9.60E-01				3,552			
	(07) 鋼製型枠組立組外		m2	149.0	-	m2	2.70E+00				402			
	(08) コンクリート打設	ポンプ車	m3	41.5	-	m3	1.88E+02				7,788			
	(09) ケーソン進水	函台台車方式	函	0.1	-	函	9.38E+02				63			
	(10) ケーソン据付	ウインチ方式	函	0.1	-	函	7.98E+03				535			
	(11) 中詰材投入	鋼スラグ	m3	110.0	-	m3	5.15E+01				5,661			
	(12) 中詰均し		m2		-	m2	-							
	(13) 蓋コンクリート運搬		m3	8.0	-	m3	3.98E+01				320			
	(14) 蓋コンクリート打設		m3	8.0	-	m3	3.37E+02				2,703			
根固工	(15) 根固石投入	2.5t個/以上	m3	140.1	-	m3	2.19E+01				3,070			
	(16) 根固均し	±50cm, 水深 - 9.5m以浅	m2	21.5	-	m2	1.85E+01				397			
	(17)	±50cm, 水深 - 9.5m以深	m2	11.0	-	m2	2.04E+01				225			
	(18) 鋼製型枠組立組外		m2	18.8	-	m2	3.62E+00				68			
	(19) コンクリート打設	クレーン	m3	15.2	-	m3	1.94E+02				2,950			
	(20) 根固ブロック据付	陸海一貫方式	個	0.8	-	個	6.65E+02				532			
被覆工	(21) 被覆石投入	1.5t個/以上	m3	41.6	-	m3	2.21E+01				918			
	(22) 被覆石投入	2.5t個/以上	m3	13.3	-	m3	2.22E+01				295			
	(23) 被覆荒均し	±30cm, 水深 - 9.5m以浅	m2	17.6	-	m2	2.19E+01				386			
	(24)	±30cm, 水深 - 9.5m以深	m2	10.9	-	m2	2.42E+01				263			
上部工	(25) 鋼製型枠組立組外		m2	17.4	-	m2	4.39E+01				761			
	(26) 鉄筋加工組立		kg	0.0	-	kg	1.14E+00				0			
	(27) コンクリート運搬		m3	35.5	-	m3	3.98E+01				1,415			
	(28) コンクリート打設		m3	35.5	-	m3	3.37E+02				11,959			
消波工	(29) 消波ブロック製作		個	2.8	-	個	3.99E+03				11,050			
	(30) 消波ブロック据付	陸海一貫方式, 陸上から水上	個	0.4	-	個	4.77E+02				181			
	(31)	陸海一貫方式, 陸上から水中	個	2.4	-	個	4.43E+02				1,058			

表 4. 3-96 Case2 工事数量工事数量と二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量 (合計) : 68t

工事数量		環境負荷原単位										環境負荷量 (kg-CO2)			
		区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	単位	備考	原単位				合計	生産	出荷	燃焼
合計	生産							出荷	燃焼						
基礎工	(01)	基礎石投入	m3	101.4	-	m3		2.19E+01				2.216			
	(02)	基礎荒均し	m2	0.0	-	m2		1.67E+01				0			
	(03)		m2	18.2	-	m2		1.84E+01				335			
	(04)	基礎本均し	m2	27.5	-	m2		4.52E+01				1.242			
本體工	(05)	鉄筋荷卸し	t	4.6	-	t		4.20E+00				19			
	(06)	鉄筋加工組立	kg	4,600.0	-	kg		9.60E-01				4.416			
	(07)	鋼製型枠組立組外	m2	185.0	-	m2		2.70E+00				500			
	(08)	コンクリート打設	m3	51.5	-	m3		1.88E+02				9,663			
	(09)	ケーソン進水	函	0.1	-	函		9.38E+02				63			
	(10)	ケーソン据付	函	0.1	-	函		7.98E+03				535			
	(11)	中詰材投入	m3	133.2	-	m3		5.15E+01				6,855			
	(12)	中詰均し	m2		-	m2		-							
	(13)	蓋コンクリート運搬	m3	7.4	-	m3		3.98E+01				295			
	(14)	蓋コンクリート打設	m3	7.4	-	m3		3.37E+02				2,494			
根固工	(15)	根固石投入	m3	96.9	-	m3		2.19E+01				1,904			
	(16)	根固均し	m2	0.0	-	m2		1.85E+01				0			
	(17)		m2	26.7	-	m2		2.04E+01				543			
	(18)	鋼製型枠組立組外	m2	16.4	-	m2		3.62E+00				59			
	(19)	コンクリート打設	m3	13.2	-	m3		1.94E+02				2,562			
	(20)	根固ブロック据付	個	0.8	-	個		6.65E+02				532			
被覆工	(21)	被覆石投入	m3	25.3	-	m3		2.21E+01				558			
	(22)	被覆石投入	m3	12.1	-	m3		2.22E+01				267			
	(23)	被覆荒均し	m2	0.0	-	m2		2.19E+01				0			
	(24)		m2	20.7	-	m2		2.42E+01				500			
上部工	(25)	鋼製型枠組立組外	m2	16.8	-	m2		4.39E+01				739			
	(26)	鉄筋加工組立	kg	0.0	-	kg		1.14E+00				0			
	(27)	コンクリート運搬	m3	31.7	-	m3		3.98E+01				1,261			
	(28)	コンクリート打設	m3	31.7	-	m3		3.37E+02				10,663			
消波工	(29)	消波ブロック製作	個	4.4	-	個		3.99E+03				17,433			
	(30)	消波ブロック据付	個	0.4	-	個		4.77E+02				181			
	(31)		個	4.0	-	個		4.43E+02				1,766			

表 4. 3-97 Case3 工事数量工事数量と二酸化炭素排出量

二酸化炭素排出量 (合計) : 76 t

工事数量	環境負荷原単位										環境負荷量(kg-CO2)				
	区分・工種・種別・細別・規格	単位	数量	区分	単位	備考	原単位	合計	生産	出荷	燃焼	合計	生産	出荷	燃焼
基礎工	(01) 基礎石投入	5~200kg/個	m3	334.0	-	m3		2.19E+01				7,300			
	(02) 基礎荒均し	±50cm, 水深 - 9.5m以浅	m2	9.9	-	m2		1.67E+01				164			
	(03)	±50cm, 水深 - 9.5m以深	m2	19.7	-	m2		1.84E+01				362			
	(04) 基礎本均し	±5cm, 水深 -9.5m以浅	m2	35.0	-	m2		4.52E+01				1,581			
本体工	(05) 鉄筋荷卸し		t	5.8	-	t		4.20E+00				24			
	(06) 鉄筋加工組立		kg	5,800.0	-	kg		9.60E-01				5,568			
	(07) 鋼製型枠組立組外		m2	235.0	-	m2		2.70E+00				635			
	(08) コンクリート打設	ポンプ車	m3	64.6	-	m3		1.88E+02				12,120			
	(09) ケーソン進水	函台台車方式	函	0.1	-	函		9.38E+02				63			
	(10) ケーソン据付	ウインチ方式	函	0.1	-	函		7.98E+03				535			
	(11) 中詰材投入	鋼スラグ	m3	185.9	-	m3		5.15E+01				9,570			
	(12) 中詰均し		m2		-	m2		-							
	(13) 蓋コンクリート運搬		m3	13.6	-	m3		3.98E+01				542			
	(14) 蓋コンクリート打設		m3	13.6	-	m3		3.37E+02				4,578			
根固工	(15) 根固石投入	2.5t個/以上	m3	0.0	-	m3		2.19E+01				0			
	(16) 根固均し	±50cm, 水深 - 9.5m以浅	m2	0.0	-	m2		1.85E+01				0			
	(17)	±50cm, 水深 - 9.5m以深	m2	0.0	-	m2		2.04E+01				0			
	(18) 鋼製型枠組立組外		m2	18.8	-	m2		3.62E+00				68			
	(19) コンクリート打設	クレーン	m3	15.2	-	m3		1.94E+02				2,950			
	(20) 根固ブロック据付	陸海一連方式	個	0.8	-	個		6.65E+02				532			
被覆工	(21) 被覆石投入	1.5t個/以上	m3	46.7	-	m3		2.21E+01				1,031			
	(22) 被覆石投入	2.5t個/以上	m3	40.1	-	m3		2.22E+01				888			
	(23) 被覆荒均し	±30cm, 水深 - 9.5m以浅	m2	21.7	-	m2		2.19E+01				475			
	(24)	±30cm, 水深 - 9.5m以深	m2	19.7	-	m2		2.42E+01				476			
上部工	(25) 鋼製型枠組立組外		m2	21.8	-	m2		4.39E+01				955			
	(26) 鉄筋加工組立		kg	0.0	-	kg		1.14E+00				0			
	(27) コンクリート運搬		m3	68.8	-	m3		3.98E+01				2,739			
	(28) コンクリート打設		m3	68.8	-	m3		3.37E+02				23,151			
消波工	(29) 消波ブロック製作		個	0.0	-	個		3.99E+03				0			
	(30) 消波ブロック据付	陸海一貫方式, 陸上から水上	個	0.0	-	個		4.77E+02				0			
	(31)	陸海一貫方式, 陸上から水中	個	0.0	-	個		4.43E+02				0			

③ ケース間の比較

ア. 工種別の二酸化炭素排出量

工種別の二酸化炭素排出量を図 4. 3-113 に示す。

- ・ 本体工および上部工からの排出が多く、堤対幅の大きいCase3の排出量が最も多い。

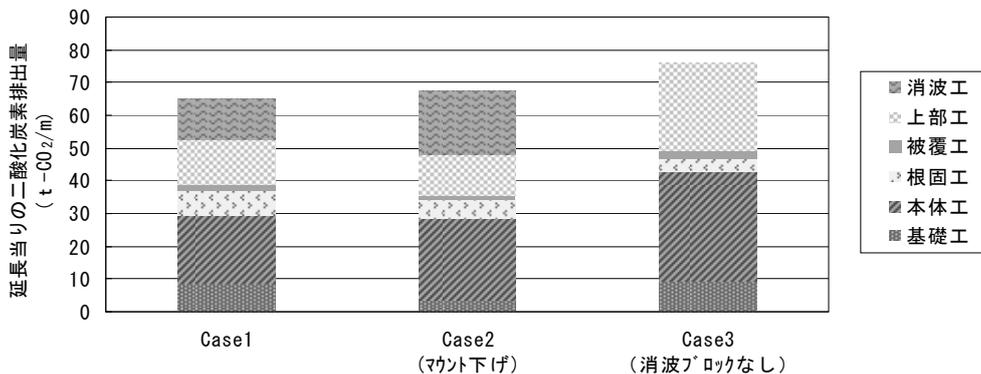
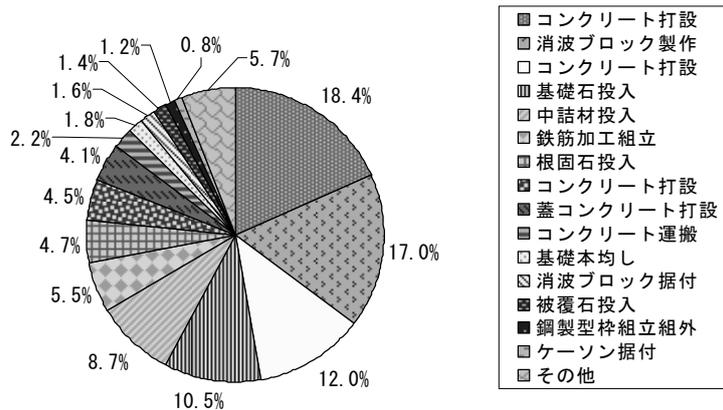


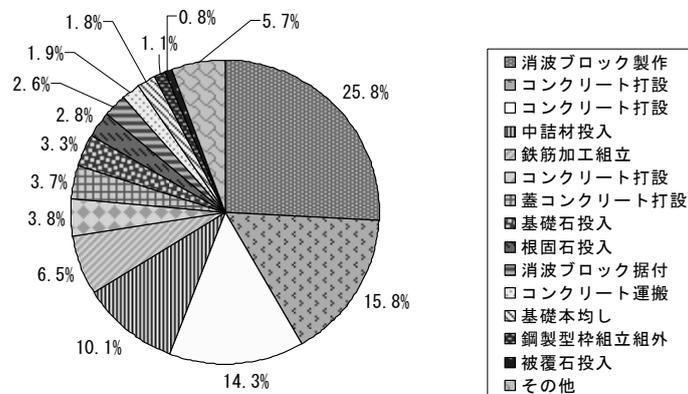
図 4. 3-113 二酸化炭素排出量比較

イ. 資機材別の二酸化炭素排出量

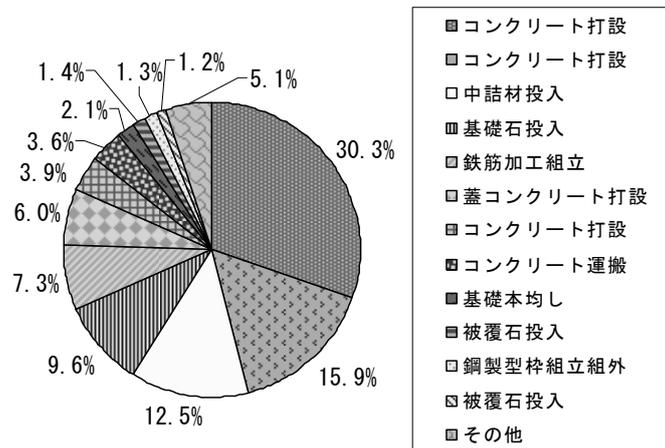
・図 4. 3-114 に示すとおり各ケースともコンクリートの打設やコンクリートブロックの据付に係る工種の排出が多い。



(Case1)



(Case2)



(Case3)

図 4. 3-114 資機材別の二酸化炭素排出量

④ 試算にあたっての留意事項、LCI 計算手法への意見

- ・ 防波堤以外の工種別二酸化炭素発生原単位の充実を図ることが必要。
- ・ ケーソンやブロック等の製作ヤードと施工海域との距離が異なれば二酸化炭素発生量も異なってくる。よって、製作ヤードと施工海域との距離を数パターン変えた場合の原単位を作成しておいた方が現実的な算定が可能と思われる。