

B-14 地球温暖化防止対策技術の総合評価に関する研究

(2) 民生分野における重点対策の普及に当たっての技術的評価

④ 建設事業における対策の評価

研究代表者 建設省土木研究所環境計画研究室 丹羽 薫

建設省 土木研究所 環境計画研究室 並河 良治

平成6-8年度合計予算額 19,619千円
(平成8年度予算額 6,432千円)

[要旨]

本調査は、建設事業に用いる各種資材等について地球環境影響を考慮した社会的費用を算出し、当該社会的費用を工法や資材等の選択基準に応用した場合に建設事業においてどのような二酸化炭素削減効果があるかを調べることにより、地球温暖化防止の観点から建設事業に直接・間接に起因する二酸化炭素の排出量の削減に寄与することをその目的としている。

そのために、まず、二酸化炭素排出量と地球上平均気温上昇量との関係に関する調査及び地球温暖化による総被害額に関する調査を行い、それらの結果から二酸化炭素排出の限界社会的費用の検討を行うと共に、産業連関表を用いて建設資材等の品目毎の二酸化炭素排出量の検討を行った。次に、それらの結果を用いて、橋梁、ダムなどいくつかの構造物について通常工法と二酸化炭素排出量の少ない工法等との二酸化炭素排出量をライフサイクルで比較した。また、代替的な機能を有する異種の構造物について、その使用に際して排出される二酸化炭素の量まで含めた比較を行った。さらに、それらの結果を踏まえ、今後建設事業全体でどの程度の二酸化炭素排出量の削減の可能性があるのかについてマクロな検討を行った。その結果、現在算出されている二酸化炭素の排出に伴う社会的費用を加味したコストの比較だけでは、二酸化炭素排出抑制のインセンティブにはなり得ず、マクロ的に見て今後二酸化炭素の排出量を減らすためにはさらなるインセンティブ付与のための方策が必要であることがわかった。

[キーワード]

建設事業、社会的費用、二酸化炭素排出量、産業連関

1. 序

温室効果ガスによる地球の温暖化により海面上昇や気候の変動、またそれに起因する水文循環や植生の変化などさまざまな影響をもたらすことが予測されている。温室効果ガスのなかでも、二酸化炭素は、排出量が多く温暖化に与える影響が大きい。温暖化防止の観点から建設事業においても二酸化炭素の排出量を削減することは社会的使命であると考えられる。そのため、建設事業に用いる各種資材等について地球環境影響を考慮した社会的費用を算出し、当該社会的費用を考慮に入れた工法や資材等の選択を行った場合に建設事業においてどのような二酸化炭素削減効

果があるかを調べるのが社会的に要請されている。

2. 研究目的

地球環境問題における地球温暖化現象の影響を考慮する場合、建設事業の評価基準を地球全体規模での社会的費用を最小化しながら最大の便益をもたらすものとする必要があると考えられる。そのため本研究では、建設事業に用いる各種資材及び各種工法等について地球環境影響を考慮した社会費用を算出すると共に、各種工法・資材等の導入の可能性及びそれらを導入した場合の二酸化炭素排出量削減効果を評価するものである。

この調査の結果の応用により、直接的に建設事業に起因する二酸化炭素の排出が抑制されるほか、社会的費用を明示的に示すことが可能になることによって、建設事業計画のみならず資材メーカーや建設業者等に二酸化炭素削減に貢献する研究開発のインセンティブが高まり、通常費用弾力性分析から予想される二酸化炭素削減量を大きく上回る削減効果が生じることも期待される。

3. 研究方法

研究の目的を達成するために、まず、二酸化炭素排出量と地球上平均気温上昇量との関係に関する調査及び地球温暖化による総被害額に関する調査を行い、それらの結果から二酸化炭素排出の限界社会的費用の検討を行うと共に、建設資材等の品目毎の二酸化炭素排出量の検討を行った。

次に、(1)二酸化炭素の排出を抑制する対策を施した構造物(十数工種)、(2)機能代替的な構造物についてその建設から解体までのライフサイクルで評価した二酸化炭素排出量およびその社会的費用を試算することとした。

さらに、今後建設事業全体でどの程度の二酸化炭素排出量の削減の可能性あるのかについて建設事業量の推移および二酸化炭素の排出量を抑制した工法等の導入の可能性をもとに検討を行った。

これにより、日本全体の建設事業としてどの程度の二酸化炭素削減となるのか及びその社会的費用を明示的に示すことが可能となる。

4. 研究結果

4.1 二酸化炭素排出量と地球上平均気温上昇量との関係

4.1.1 調査の進め方

二酸化炭素排出量と地球上平均気温上昇量との関係を表わす場合のメカニズムの想定は、二酸化炭素排出から温度上昇までを2段階に分けるNordhaus(1991a)¹⁰⁾等の方法と、3段階に分けるFankhauser(1994)¹¹⁾等の方法がある。

本研究においては、Nordhaus(1991)、Fankhauser(1994)らの考え方が一致している第1段階については、彼らと同様のモデル化を行うこととする。また、彼らの手法が異なっている第2段階以降については、第2段階を大気中の二酸化炭素蓄積量から地球上平均気温上昇量を求めるところまでとし、モデル式は二酸化炭素増加の分析を行っている気候変化シミュレーション結果をもとに新たに推定することとした。

4.1.2 二酸化炭素排出量と大気中蓄積量との関係

Nordhaus (1991a), Fankhauser (1994)等が拠所としている文献であるMaier-Reimer and Hasselmann (1987)²⁾に基づき、 t 年における二酸化炭素蓄積量が次式のようにあらわされるものと仮定した。

$$Q(t) = \int_{-\infty}^t G(t-t') E(t') dt' \quad (1)$$

$E(t)$: t 年における二酸化炭素排出量

$Q(t)$: t 年における二酸化炭素蓄積量

$G(t-t')$: $t=t'$ で δ -関数型の排出があったときの大気の応答

$$G(t) = A_0 + \sum_{j=1}^N A_j \exp\left(-\frac{t}{\tau_j}\right)$$

ここで、 $N = 4$

$$(A_0, A_1, A_2, A_3, A_4) = (0.131, 0.201, 0.321, 0.249, 0.098)$$

$$(\tau_1, \tau_2, \tau_3, \tau_4) = (362.9, 73.6, 17.3, 1.9)\text{年}$$

4.1.3 二酸化炭素と地球上平均気温上昇量との関係

以下の6文献に基づいて4ヶ国6機関で行われている二酸化炭素漸増シミュレーションの結果を整理・検討し、式(2)により平均気温上昇量 $\Delta T(t')$ を想定した。

- (1) GISS-Hansen et al. (1988)³⁾ (2) GFDL-Manabe et al. (1991)⁴⁾
 (3) GFDL-Manabe and Stouffer (1994)⁵⁾ (4) NCAR-Washington and Meehl (1989)⁶⁾
 (5) MPI-Cubasch et al. (1992)⁷⁾ (6) 気象研究所-Tokioka et al. (submitted)⁸⁾

$$\Delta T(t) = C_0 \ln \frac{Q(t)}{Q(0)} \quad (2)$$

ここで C_0 は温度上昇のパラメーターであり、二酸化炭素漸増シミュレーションの平均値では2.88であり、3.4とするとIPCC (1990)⁹⁾の結果とほぼ一致する。

4.1.4 二酸化炭素排出量と地球上平均気温上昇量との関係

二酸化炭素排出量が式(3)で増加する場合(およそIPCCのBaU Scenario(対策なし)に対応)の温度上昇量を図-1に示す。

$$E(t) = 2.83 + 0.071 t \quad (3)$$

4.2 地球温暖化による総被害額に関する調査

4.2.1 調査の進め方

地球温暖化の被害額を評価した研究は、Nordhaus (1991a¹⁰⁾, b¹¹⁾、Cline (1992)¹²⁾、Fankhauser (1992¹³⁾, 1993¹⁴⁾の3つがある。これらはいずれも、大気中の二酸化炭素蓄積量が産業革命以前のレベルの2倍になった場合に、地球上平均気温が2.5℃上昇すると想定して、発生する被害を可能な限り網羅的に評価したものである。

本調査においては、二酸化炭素蓄積量2倍時に至るまでの経路における被害額も必要とな

るが、その想定はFankhauser(1994)に従うこととする。

4.2.2 二酸化炭素蓄積量 2 倍時の被害額

本調査では、Nordhaus(1991a, b)及びCline(1992)を参考により詳細に検討を行ったFankhauser(1993)の3,042億ドルを採用した。ちなみに、前述の三者における二酸化炭素蓄積量の2倍時の米国における年間総被害額は、それぞれ1988年価格で、Fankhauser(1993)が680億ドル、Cline(1992)が535億ドル、Nordhaus(1991a, b)が486億ドルである。

4.2.3 二酸化炭素蓄積量 2 倍時に至るまでの被害額

二酸化炭素蓄積量が産業革命以前の2倍のケース以外についての被害額を検討した研究はないので、それまでの被害額 $D(t)$ の推移については、Fankhauser(1994)と同様次式で想定した。

$$D(t) = H \left(\frac{\Delta T(t)}{\Lambda} \right)^\gamma \cdot (1 + \phi)^{(t-t_a)} \quad (4)$$

ここで、 H 、 Λ 、 t_a はそれぞれ二酸化炭素蓄積量2倍時の被害額、平均気温上昇量、年度であり、 γ 及び ϕ は $\gamma = 1 \sim 3$ 、 $\phi = 0.006$ の値をとる定数である。図-2に、図-1に示した平均気温上昇の場合の被害額の推移を示す。

4.3 二酸化炭素排出の限界社会費用の検討

前節までの成果をもとに、二酸化炭素排出の限界社会費用の算定を行った。その結果を先行事例の結果と併せて、表-1に示す。二酸化炭素蓄積量の増加がIPCC(1990)とほぼ同様の温度上昇をもたらすケース($C_0 = 3.4$)及び二酸化炭素漸増実験にあわせたケース($C_0 = 3.0$)ともに、先行事例のほぼ中央に位置する算定結果が得られた。

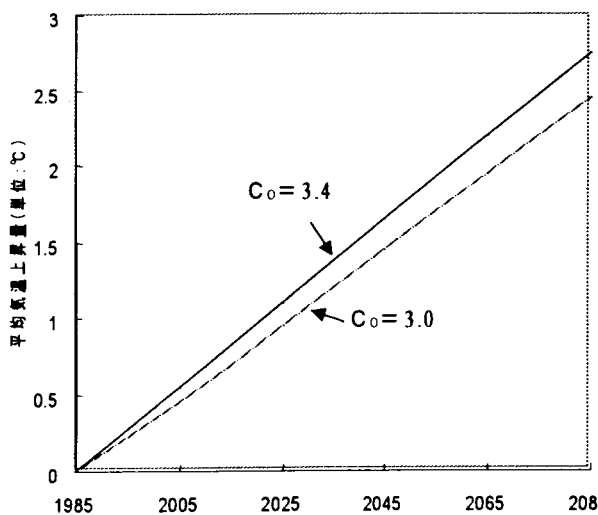


図-1 BaU Scenarioにおける平均気温上昇量

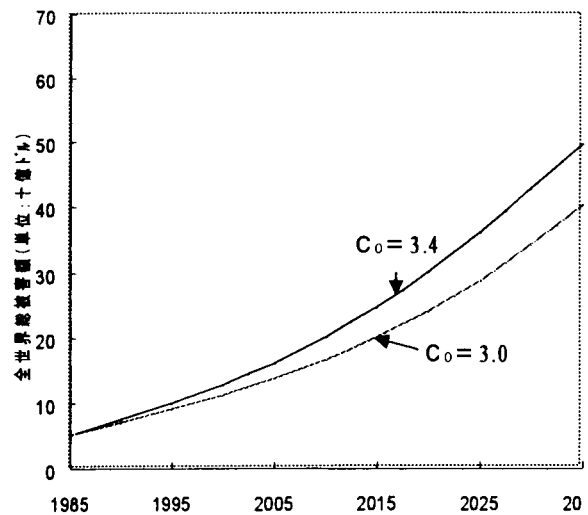


図-2 総被害額の推移 (1988年価格)

4.4 建設資材等の品目毎の二酸化炭素排出量の検討

建設資材等を1単位(m、 m^3 、t等)生産する際に、直接・間接に排出される二酸化炭素

の量を二酸化炭素原単位と呼ぶこととする。資材 m の二酸化炭素原単位 λ_m は次の式により算定される。

表-1 二酸化炭素排出の限界社会費用 (単位:ドル/C-t、1988年価格)

文 献 等		1990-2000	2001-2010	2011-2020	2021-2030
本調査	$C_o=3.0$	10.3	11.2	12.0	12.6
	$C_o=3.4$	13.1	14.2	15.1	16.0
Nordhouse(1991a, b)		-	7.3	-	-
Ayres and Water(1991)		-	30-35	-	-
Nordhaus(1992)		5.3	6.8	8.6	10.0
Peck and Teisbery(1993) ¹⁵⁾		10-12	12-14	14-18	18-22
Fankhauser(1994)		20.3	27.8		

$$\lambda_m = \mu_j \times p_m \quad (5)$$

ただし、 μ_j : 資材 m が属する産業 j の単位生産額当たり二酸化炭素排出量 (C-t/円)

p_m : 資材 m の単価 (円/単位)

産業 j における単位生産額当たり二酸化炭素排出量 μ_j については、産業間取引のみに保存則を前提とした以下の式により算定される。

$$\mu_j X_j = \sum \mu_i X_{ij} + \Gamma_j \quad (6)$$

ただし、 X_j : 産業 j における総生産額 (円)

X_{ij} : 産業 i から産業 j への取引額 (円)

Γ_j : 産業 j において、自然から取り出すか、または輸入により得たエネルギーにより排出される二酸化炭素の量を炭素換算したもの (C-t)

(5)、(6)式により算定した二酸化炭素原単位の例を表-2に示す。

表-2 二酸化炭素原単位の算定結果例

(単位: C-t/数量単位)

資 材	数量 単位	二酸化炭素 原単位	資 材	数量 単位	二酸化炭素 原単位
I形鋼(大形)	t	5.74×10^{-1}	P C 鋼 棒	kg	1.54×10^{-3}
構造用丸鋼	t	3.63×10^{-1}	鉄 筋 金 網	m ²	4.79×10^{-4}
生コンクリート	%	6.07×10^{-2}	杉 支 柱 丸 太	本	7.19×10^{-5}
クラッシャーラン	%	4.16×10^{-3}	下壁さび止め塗料	kg	1.39×10^{-3}
アスファルト合材	t	2.68×10^{-2}	塩 ビ 止 水 板	m	1.83×10^{-3}

4.5 二酸化炭素の社会的費用の算出方法

4.5.1 ライフサイクルの考え方

本研究で構造物のライフサイクルにおけるコストおよび排出二酸化炭素量を比較するにあたっては構造物の寿命を想定して計算を行った。さらに、1ライフサイクルにおいて、建設→維持管理→解体という3つのステージに分けて整理することとした。

従来工法と削減工法とで寿命が異なる場合は2つの寿命の最小公倍数の期間内に存在するライフサイクルで、複数の建設・維持・管理・解体を繰り返すものとして比較した。

また、トンネルのように実際には解体という概念が存在せず寿命を決定することが困難なものに関しては、寿命を定めなかった。解体の概念がないものや、提案された工法が本来道路改良など修繕作業のものに関しては、ライフサイクル中に発生するコスト及び二酸化炭素はすべて建設時から発生するものとして計算を行った。

4.5.2 費用の計算方法

本研究における費用の計算方法は、総費用を顕在化しているコストと二酸化炭素排出に伴う社会的費用の和として算出した。ライフサイクルにおける社会的費用の3つの発生場面(建設時、維持管理時、解体時)ごとにその社会的費用を計算した。ここでは各場面における費用を計算するに当たり、割引率は年3%とし、その行為が行われる時点を10年単位で割引率を考慮して算出した。コストについては工事費の上昇率と割引率が拮抗しているものとして、現在価格をそのまま用いた。

4.6 二酸化炭素の排出を抑制する対策を施した工法の費用の推定

本研究では二酸化炭素の排出を抑制する対策を施した工法(以下、対策工法という)を選定し、その顕在化するコスト、二酸化炭素排出量及びそれに伴う社会的費用を算定、検討した。この推定は、各工法における投入資材と投入機械およびその運転のための燃費を建設時・維持管理時・解体廃棄時の3つのステージに分けて算出したものである。対策工法の多くは、維持管理や取り壊し時に費用の少なくなるものが増えており、ライフサイクル全体で見て費用を低減するという考えに立っていることが分かる。表-3は、取り上げた対策工法と従来工法の費用を算出し、比較した例である。

4.7 機能代替的な構造物の設定と排出二酸化炭素量の推定結果

本研究の比較事例として、トンネルと迂回道路、また、鋼橋とコンクリート橋といった同じ機能をもつ代替的な構造物に関して二酸化炭素排出量の比較を行った。本比較では、寿命の特定が各工法とも困難であることより、解体費は含まないこととした。また、トンネルと迂回路については、利用に際して排出される二酸化炭素排出に伴う社会的費用を考慮に入れた。

4.7.1 トンネルと山を迂回した道路建設

山を跨ぐ区間においてトンネルを建設する場合と山を迂回した道路を建設する場合とを試算し、比較を行った。本試算では、走行する車両から排出される二酸化炭素を加味した。また、簡単のためにトンネルの規模を延長100mの片側1車線の2車線道路とした。さらに、迂回道路に関しては車線数、幅員等はトンネルと同じで、延長を300mとし、迂回路の通行はトンネルより長い距離を走行することとした(迂回率300%)。

なお、通行車両から排出される二酸化炭素は、走行1万台km当たり、乗用車が2.52 CO₂-t、貨物車が3.51 CO₂-tとした。また、車両の交通量は、2万台/日、貨物車混入率は、30%、試算する期間は30年、割引率を年3%として、二酸化炭素排出量並びに二酸化炭素排出に伴う社会的費用を試算した。

その結果、トンネルより迂回路の方が年間112 C-t、30年間で3,367 C-tだけ二酸化炭素

表-3 二酸化炭素の排出を抑制する対策を施した工法と

在来工法のコスト及び社会的費用の比較

			法面リフォーム機械化施工技術	多円形シート工法	コンポジット舗装	P C鋼棒P Cストランド	P C卵形消化層
諸元 (単位: m)			法面高=20 法面面積=2,000m ²	断面(H×W)=7.4×11.2 延長=619	車道幅=14 歩道幅=8 延長=530	幅員=10.4 (有効=9) 橋長=256.4	側壁厚=0.4 容量=3,500
在来工法	コスト (単位:千円)	建設時	64,500	4,940,000	67,800	162,000	291,000
		維持時	0	0	126,000	0	343,000
		取り壊し時	0	0	8,470	0	162,000
	二酸化炭素 排出量 単位:C-ton	建設時	1140	12500	211	428	235
		維持時	0	0	682	0	10100
		取り壊し時	0.522	169	91.3	0	121
二酸化炭素 の社会的費用 (単位:千円)	建設時	1,109	16,515	206	565	310	
	維持時	0	0	666	0	10,797	
	取り壊し時	0	55	71	0	81	
合計 (単位:千円)	建設時	65,609	4,956,515	68,006	162,565	291,310	
	維持時	0	0	126,666	0	353,797	
	取り壊し時	0	55,154	8,541	0	162,081	
対策工法	コスト (単位:千円)	建設時	18,900	4,810,000	94,700	150,000	350,000
		維持時	0	0	52,600	0	82,000
		取り壊し時	0	0	16,000	0	15,100
	二酸化炭素 排出量 単位:C-ton	建設時	44.5	11400	301	386	137
		維持時	0	0	272	0	3120
		取り壊し時	0	146	60.8	0	32.9
二酸化炭素 の社会的費用 (単位:千円)	建設時	59	15,061	398	510	181	
	維持時	0	0	232	0	3,335	
	取り壊し時	0	48	32	0	220	
合計 (単位:千円)	建設時	18,959	4,825,061	95,098	150,510	350,181	
	維持時	0	0	52,832	0	85,335	
	取り壊し時	0	48	16,032	0	151,220	

の排出量が多くなることが試算された。

(表-4)

表-4 トンネルと迂回道路の比較

両事業の総費用を比較した場合、トンネルの方が費用は大きいですが、時間短縮効果などの社会経済効果を考慮するとトンネル事業を行う価値は高いと判断される。また、トンネルは、建設時のコストは大きいですが、自動車の走行に伴う二酸化炭素の排出量が小さくなるので、費用の総計が仮に少々大きくても地球環境を考えた場合、整備を行う価値は高いと考えられる。

		迂回道路	トンネル
コスト (単位:千円)	建設時	105,000	232,000
	二酸化炭素 排出量 (単位:C-t)	建設時	173
	排気ガス	5,051	1,684
	計	5,224	1,889
二酸化炭素 の社会費用 (単位:千円)	建設時	229	271
	排気ガス	390,611	130,204
	計	390,840	130,475
合計 (単位:千円)	建設時	105,229	232,271
	排気ガス	390,611	130,204
	合計	495,840	362,475

4.7.2 鋼橋とコンクリート橋

ここでは道路改良工事に伴う架け替え工事を想定したプレテンション型P C桁橋と2径間

連続鋼桁橋を比較した。本比較では、鋼橋の維持管理時の再塗装を考慮して算出を行った。その結果、PC桁橋と鋼製桁橋では、二酸化炭素排出量では大きな差はないことが分かった。

4.7.3 立体交差

ここでは、道路の立体交差事業についてその効果を試算した。その試算に当たって用いた前提条件は、表-5のとおりである。

その試算に当たって用いた前提条件は、表-5のとおりである。この前提条件は、事業の効果をかなり安全側（少なめ）に見積もったものであり、実際にはさらに大きな抑制効果が期待できる。それにもかかわらず、本事例の場合、工事に伴って排出される二酸化炭素量（約900C-tと試算されている）は、施設の利用によって自動車から排出される二酸化炭素排出量の減少分の2年分程度に過ぎないことが試算された。

表-5 立体交差計算例の前提条件

交差点規模	4車線どうしの交差
交通量	主方向両方で 2,077台向/時
渋滞量の変化	2,600m → 150m
考慮範囲	朝ラッシュ時間帯（2時間） の主方向の渋滞解消分

4.8 マクロに見た二酸化炭素排出量

土木事業全体で将来どの程度の量の二酸化炭素排出となるのかを予測するため、まず、事業量の将来予測を行う。次に、二酸化炭素削減対策工法を導入しうる工種の事業全体に占めるシェアを予測し、それらを受けて建設事業全体の将来二酸化炭素排出量を推計した。

4.8.1 建設事業量の将来予測

(1) 事業別計画

建設事業はそれぞれの事業毎に計画に基づき実施されているため、建設事業の事業量を予測するためには事業種別毎の事業計画を把握しておく必要がある。そのため、推計の基礎資料として各最新の5箇年計画を収集整理した。

収集した事業計画及び過去の5箇年に対する伸び率は表-6に示すとおりである。

(2) 事業種別の事業量の推移

事業量の将来予測を行う1つの方法は、過去の事業量の推移から予測する方法である。事業計画との関連から、事業種別毎に過去の事業量の

表-6 建設事業の5箇年計画

5箇年計画名	計画期間	前5箇年計画に対する伸率
第11次 道路	1993~1997	1.31
第9次 治水	1997~2001	1.66
第6次 海岸	1996~2000	1.29
第8次 下水	1996~2000	1.32
第6次都市公園等	1996~2000	1.25

表-7 過去15年の事業種別事業費の実質の伸び

部 門	事業量（億円：1990年）		実質伸び率	
	1980	1995	15年間	1年当
道 路	44,085	77,222	1.75	3.81%
河 川	8,219	10,056	1.22	1.35%
ダ ム	3,131	4,672	1.49	2.70%
海 岸	490	612	1.25	1.49%
下水道	13,459	19,046	1.42	2.34%
公 園	2,177	3,516	1.62	3.25%

推移を表したのが表-7である。

(3) 工種別事業量の将来推計

将来事業量を推計するに当たっては、(1)で収集した事業計画及び(2)で検討した事業種別毎の以前の事業量の推移を参考として事業費の伸び率を求めた。また、将来推計を行う時点として2000年及び2010年の2時点とした。

表-8 部門別事業費(実質)の将来推計

部門	伸び率	事業量(2000)	事業量(2010)
道路	4.11%	9.4兆円	14.1兆円
河川	1.31%	1.1兆円	1.2兆円
ダム	2.69%	0.53兆円	0.70兆円
海岸	5.22%	0.08兆円	0.13兆円
下水道	3.54%	2.3兆円	3.2兆円
公園	4.56%	0.44兆円	0.69兆円

4.8.2 工法・資材代替による二酸化炭素削減量の工種別将来推計

平成7年度に行った二酸化炭素排出量を抑える工法等の洗い出し調査の結果を用い、それらの工法の普及率を想定して、4.8.1で求められた将来推計事業量のもとの削減量を推計する。その際、各種工法の普及率は、それぞれの工法を提案した会社にヒアリングを行って適用可能率(当該工種全事業量に対する適用可能な事業量の割合)等を把握したうえで想定した。これらをまとめたものが表-9である。なお、表中の迂回路→トンネルのポテンシャルは、ライフサイクルを30年と仮定し、その期間中に利用する自動車が出す二酸化炭素量を加算して削減量としている。

表-9に示す迂回路→トンネルを除く二酸化炭素排出削減工法の削減ポテンシャルは、全体で42万C-t強(2010年)である。一方、建設分野における将来の二酸化炭素排出量を推計したものが図-3であるが、同じ年における建設分野全体の二酸化炭素排出量は、2,550万C-tとなっており、二酸化炭素排出削減工法を採用することによる削減量は、1.6%に留まっている。

5. まとめ

本研究は、地球温暖化防止のために建設分野において温室ガスの1つである二酸化炭素の排出量を削減する有効な対策を評価することであった。そこでまず、二酸化炭素排出量と地球上平均気温上昇量との関係に関する調査をNordhaus(1991)等の方法と、Fankhauser(1994)等の方法を参考にして行った。さらに、地球温暖化による総被害額に関する既存の研究結果を利用し、二酸化炭素排出の限界社会的費用の検討を行った。その結果、先行事例のほぼ中央に位置する算定結果が得られた。また、産業連関表を用いて建設資材等の品目毎の単位当たり二酸化炭素排出量の検討を行った。

次に、二酸化炭素排出量を抑制するために提案されている幾つかの工法について工事費用に社会的費用を上乗せして、現在用いられている工法との経済性を比較した。その結果、二酸化炭素排出の社会的費用が、相対的にかなり小さいものであったために社会的費用を考慮することによるコスト逆転のケースは少なく、本手法では、二酸化炭素排出量抑制の有力なインセンティブにはならないことが判明した。

表-9 二酸化炭素排出削減工法の削減ポテンシャル

工 法 名	削減率 (%/工事)	原単位 (C-t/工事)	削減ポテンシャル (C-t)			計算に当たっての仮定
			1997年	2000年	2010年	
コンポジット舗装	35.61	351	25,804	23,068	56,969	道路舗装工事の5%に適用
アウトケーブル工 法	20.59	14	15,716	19,435	39,447	コンクリート橋工事の20%に 適用
表面被覆工法	9.23	54	7,661	9,473	19,228	鋼橋工事の10%に適用
多円形シールド工 法	8.86	1,123	4,131	4,661	6,973	トンネル工事の10%に適用
法面リフォーム工 法	96.10	1,096	9,738	10,989	16,438	道路工事の0.01%に適用
再生コンクリートの 活用	36.20	12	24,509	30,308	61,517	コンクリート橋工事の10%に 適用
再生アスコンの活 用	41.34	53	81,893	82,731	85,589	道路舗装工事の30%に適用
迂回路 → トンネル	67.00	高速道路 273 一般国道 182 一般県道 90	691,000	780,000	1,166,000	当該区間の走行距離が67%削 される
鋼橋 → コンク リート橋	4.60	100m当たり 26	1,120	1,386	2,812	今後建設される鋼橋の5%を変 更
重力式ダム → フィルダム	18.00	13,609			136,090	10ダムを重力式からフィルへ変 更

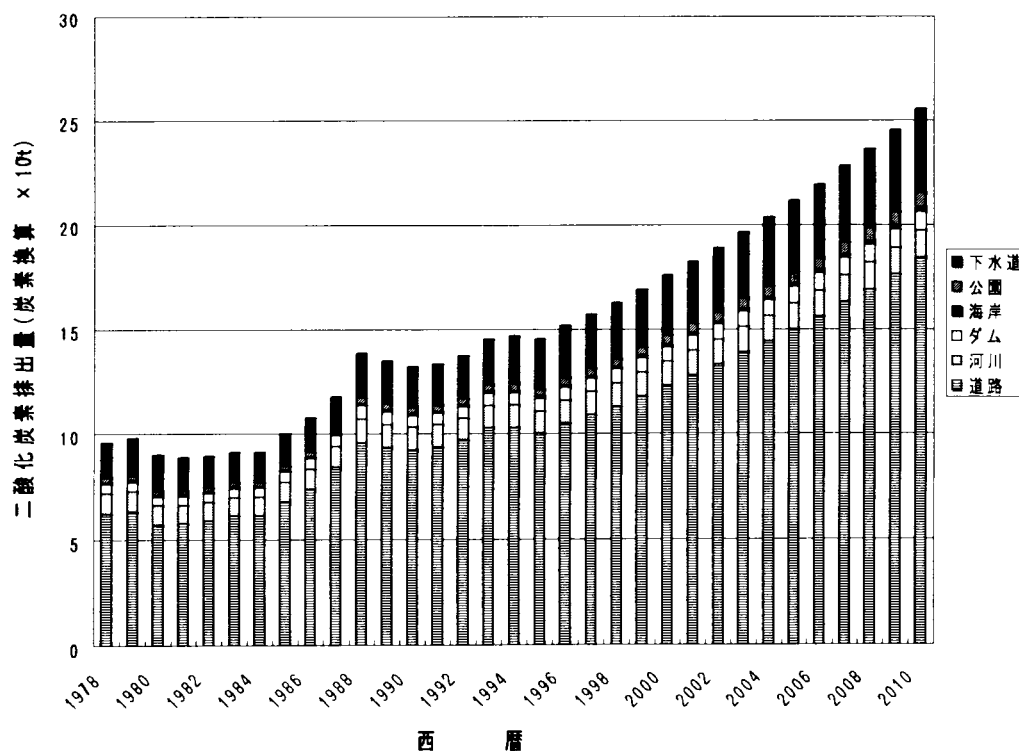


図-3 事業別二酸化炭素排出量の推計

更に、構造物の利用に伴う二酸化炭素排出量も考慮に入れたライフサイクルでの二酸化炭素排出量抑制を目的とした計画段階での比較をトンネルと立体交差を例に行った。その結果、将来とも化石燃料の燃焼を伴う内燃機関によって自動車が行っている走行しているとすると、ある程度の交通量がある路線であれば走行時間の減少によって、工事に伴う二酸化炭素の排出量をほんの数年で回収

できる程度の二酸化炭素排出量の削減効果があり、この場合、事業効果に二酸化炭素排出の社会費用も含めるならば事業を採択する基準にも変化が生じることが試算された。

また、建設分野全体での二酸化炭素の排出量が将来どのように変化するかに関して、過去のトレンドや事業計画から予測を試みた。その結果、二酸化炭素排出抑制のために何ら対策を講じない場合、今後の増加傾向が明らかであり、現在提案されている二酸化炭素排出を抑制する工法を活用した場合でもトータルで見れば増加基調を覆すのは難しいことが示された。

[引用文献]

- 1)Fankhauser,S., "The Social Costs of Greenhouse Gas Emissions: An Expected Value approach", Energy Journal, Vol.15, pp.157-184, 1994.
- 2)Maier-Reimer, E. and K. Hasselmann, "Transport and Storage of CO₂ in the Ocean. An Inorganic Ocean Circulation Carbon Cycle Model", Climate Dynamics, Vol.11, pp.63-90, 1987.
- 3)Hansen, J., et al., "Global climate change as forecasted by Goddard Institute for Space Studies three-dimensional model", Journal of Geophysical Research, Vol.93, pp.9341-9364, 1988.
- 4)Manabe, S., et al., "Transient responses of a coupled ocean-atmosphere model to gradual changes of atmospheric CO₂. Part I : annual mean response", Journal of Climate, Vol.7, pp.5-23, 1994.
- 5)Manabe, S., and R.J. Stouffer, "Multiple-century response of a coupled ocean atmosphere model to an increase of atmospheric carbon dioxide", Journal of Climate, Vol.7, pp.5-23, 1994.
- 6)Washington, W. m., and G. A. Meehl, "Climate sensitivity due to increased CO₂: experiments with a coupled atmosphere and ocean general circulation", Climate Dynamics, Vol.4, pp.1-38, 1989.
- 7)Cubasch, U., et al., "Time-dependent greenhouse warming computations with a coupled ocean-atmosphere model", Climate Dynamics, Vol.8, pp.55-69, 1992.
- 8)Tokita, T., et al., "Transient response study to the gradual increase of atmospheric CO₂ concentration with use of a coupled atmosphere-ocean model developed at the Meteorological Research Institute-quick report-", submitted to Journal of the Meteorological Society of Japan.
- 9)Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change: The IPCC Scientific Assessment, Cambridge University Press, 1990
- 10)Nordhaus, W. D., "A Sketch of the Economics of the Greenhouse Effect", American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol.81, pp.146-150, 1991a.
- 11)Nordhaus, W. D., "To Slow or not to Slow: The Economics of the Greenhouse effect", American Economic Review, Papers and Proceedings, Vol.81, pp.146-150, 1991b.
- 12)Cline, W., "The Economics of Global Warming, Institute for International Economics, Washington DC, 1992
- 13)Fankhauser, S., "Global Warming Damage Costs: Some Monetary Estimates, Center for Social and Economic Research on the Global Environment, University College London and University of East Anglia, CSEREG GEC Working Paper 92-29, 1992.
- 14)Fankhauser, S., "The Social Costs of Greenhouse Gas Emissions", in Y. Kaya, N. Nakicenovic, W. D. Nordhaus and F. Toth (eds.), Cost, Impacts and Benefits of CO₂ Mitigation, IIASA Collaborative Paper Series, CP93-2, Laxenburg, Austria, 1993.
- 15)Peck, S. C., and Teisberg, T. J., "CO₂ Emissions Control: Comparing Policy Instruments", Energy Policy, Vol.21, pp.222-230, 1993.

[研究発表の状況]

なし