

地球環境問題に対する建設コンサルタント の取組み—その事例と課題—

Civil Engineering Consultants' Approach to Global Environmental Issues

建設コンサルタント委員会

駒田 智久*

TOMOHISA KOMADA

西村 正直**

MASANAO NISHIMURA

山田和人***

KAZUHITO YAMADA

家形 一生****

KAZUO YAKATA

ABSTRACT; This paper describes an important relationship between global environmental issues and the work of civil engineering consultants, demonstrating need for classifying important issues and developing required countermeasures. The paper also examines present, direct approaches to developing solutions to these issues, as well as procedures for environmental preservation and approaches for carrying out overseas projects through the evaluation of these experiences. In addition, presented here are possible contributions that can be made by engineering planners and designers via the preparation of appropriate mitigation measures for environmental loads in terms of the introduction of civil engineering facilities.

KEY WORDS; civil engineering consultants, global environmental issues, global warming, overseas project, life cycle energy

1. 建設コンサルタントと地球環境問題の係わりの概観

地球環境問題の分類は既に種々行われているが、事象として捉えた場合、表-1のようにも分類することができよう。また、この問題への対応としては、

表-1 地球環境問題の事象分類

- a) 現象の解明・把握
 - b) 影響の分析・予測
 - c) 影響軽減・回避と防止等の対策の立案
- の3つの分野が示されている。

一方、建設コンサルタントと地球環境問題との係わりを考えると、いわば企業市民として果たすべき役割も多々あるが、それ以外の専門職業技術者集団としての立場からの係わりとしては、次の2つに分けられる。

タイプ	事象の内容	事象例
A	地域的な規模の問題の等質的拡大によって国際的～地球規模的での環境上の問題がある	海洋汚染、酸性雨、有害廃棄物の越境移動
B	必ずしも環境上の問題とは限らない地域的な問題があり、それが環境を含む問題として国際的～地球規模的にある	砂漠化の進行、熱帯林の減少、野生生物種の減少
C	地域的には特に問題とはならないが、その集積等の結果として地球規模の問題となる	地球温暖化、オゾン層の破壊

I 環境問題に直接関連した業務（環境アセスメント、環境保全、環境管理・改善計画等）

II 一般土木施設において、環境負荷の少ないあるいはそれを軽減するシステム～施設の計画や設計

* 日本技術開発（株）取締役土木本部副本部長 Japan Engineering Consultants, Co., Ltd.

** 日本工営株式会社コンサルタント第5事業部環境部 Nippon Koei, Co., Ltd.

*** パシフィック・コンサルタンツ（株）総合研究所地球環境室 Pacific Consultants, Co., Ltd.

**** 日本技術開発（株）環境企画部 Japan Engineering Consultants, Co., Ltd.

なお、業務として直接にか、あるいは自主的な研究開発として間接にかは別として、先に示したa)～c)の3つの対応の全般に関連して、研究開発的な面での係わりもある（上記分類でいえばⅠに属する）。

以下に表-1に示した各事象のタイプごとに、対応の種別と業務の種別を念頭において、同問題と建設コンサルタントの係わりを概観する。

Aタイプの問題に対して、その要因となるいわばローカルな公害問題については、国内・海外を通じて、環境インフラの整備による環境保全や環境アセスメント等影響評価の面で建設コンサルタントは多くの実績をもっている。但し、国際的～地球規模的な広がりをもつ環境問題については一部酸性雨等の調査や対策の検討が行われているものの、実績は少ない。今後はこれらの問題に対し、現象の把握・解明、影響の分析・予測、対策立案に至る広範な取組みが考えられよう。

Cタイプの問題の中で、地球温暖化に関しては近年、現象の解明・把握及び影響の分析・予測、さらにはこれに伴う海面上昇・気候変動による影響の調査や対策の検討が積極的に行われつつある。今後もこの問題に対して、Aタイプの問題と同様、広範な取組みをより一層進めていくことが期待される。また、一般土木施設の計画・設計における環境負荷の軽減のための手法の検討等、計画・設計上での対応が考えられる。なお、オゾン層の破壊の問題に関しては、建設コンサルタントとしての係わりは現在および将来とも小さいといえよう。

これらの中間にあるBタイプの問題に関しては、これまで取組み実績は少ない。これらの問題に対しては、その原因となっている地域的な問題への取組みや砂漠緑化等の対策の分野での係わりが考えられるが、今後は問題の種別や内容に対応した取組みが行われるべきであろう。

以下に、上記Ⅰに属するものについて、2. では地球環境問題に直接関連した取組みの現状、また、3 では途上国の環境問題を中心に海外プロジェクトを通しての取組みの現状について事例を中心に述べ、最後に4. ではⅡに分類される係わりに関連して、環境負荷としてエネルギー負荷を考えた場合の計画・設計の手法について示す。

なお、2.、3. に示す事例は、本委員会参加会社を対象とするアンケート調査結果に基づくものである。

2. 地球環境問題に直接関連した取組み

地球環境問題では、個々の問題が相互にかつ複雑に影響し合うため、科学的な現象解明と影響評価及び対応策に関する政策展開が同時並行的に行われる必要がある。従って、建設コンサルタントの取組み方も、既に確立された技術に立脚した従来の多くのものとは異なるものが要求される。すなわち、最新の科学的知見に基づきその不確実性や予測の幅を把握した上で、適切な対応策を提案することである。

地球環境問題に関する対応には、1. に示した3つの対応が必要とされているが、図-1に地球温暖化を例にとって、これらの各場面における建設コンサルタントの取組みの全体の例を示す。この問題に対して、建設コンサルタントが種々の角度から取組んでいることが了解されよう。

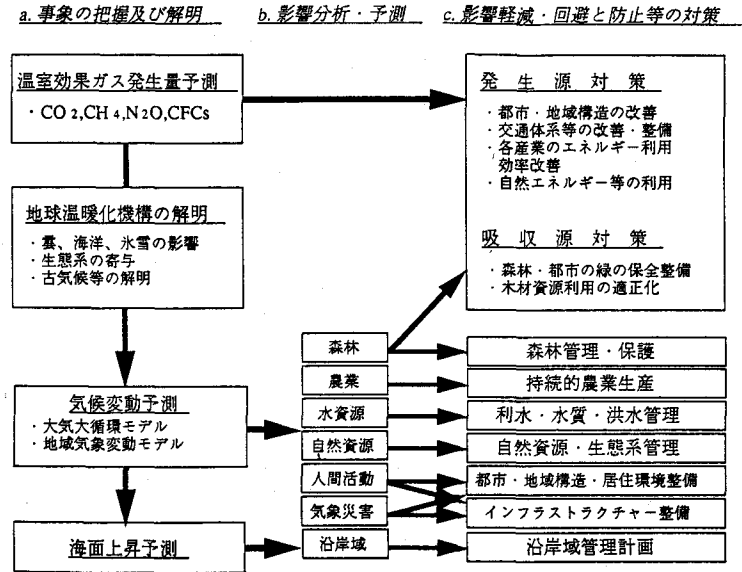


図-1 地球温暖化問題に対する取組みの全体像

(A) 地球温暖化に関する事例

図-1に示した地球温暖化問題に対する各分野の対応の具体の取組みの事例を以下に示す。

(1) 下水道施設からの温室効果ガス発生量の見積り

気候変動・海面上昇の予測を行う上で、海洋や雲の役割の把握等はもちろん重要であるが、最も基礎的なデータである温室効果ガス発生量の把握は、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）でも最重要課題として位置付けられている。現在、IPCCとOECDが共同で、各国がそれぞれ独自に温室効果ガス発生量を計算するためのガイドラインを作成中である。この中で、メタンと亜酸化窒素の発生量、原単位及びそのメカニズムは未解明な部分が多く、今後の課題となっている。廃棄物処理、下水処理過程からのこれらのガスの発生が無視できないとの報告があるものの、その実態はあまり把握されていない。この事例は、日本の主な下水処理場からのこれらのガスの発生量、原単位及びそのメカニズムを把握する目的で調査を行なったものである。この調査では、メタン、亜酸化窒素のサンプリング手法、分析方法の検討、主な下水処理場における現地調査、地球温暖化防止に向けた望ましい下水処理技術の検討等を実施している。

(2) 海面上昇・気候変動に対する沿岸域の脆弱性評価

地球温暖化に伴う海面上昇・気候変動は、沿岸域に対して、低地の水没、高潮・洪水の頻度増大、海岸浸食、塩水浸入など人間活動に対して広範囲な影響を与えることが指摘されている。IPCCは、沿岸域が受ける海面上昇の影響の程度を評価する共通手法として「海面上昇に対する沿岸域の脆弱性評価手法」を提案し、世界各国でケーススタディが行われている。日本を対象としては、海面上昇による国土基盤、社会経済活動への影響とその対策に関する全国レベルの概査及び数地域におけるケーススタディが行われており、将来の対応策に対する検討も行われている。また、日本と中国、南太平洋島嶼国との共同調査が行われている。特に南太平洋島嶼国は、地形的、社会経済的特徴及び自然資源の利用形態の固有性等から、海面上昇に対する影響を最も受けやすいと言われており、さらに、物資輸送を海運に依存しているため、港湾施設、海岸施設の重要性が大きい。これらの地域を対象として、地形的、社会経済的特徴及び固有性を反映するための脆弱性評価手法の開発、港湾施設、海岸施設に対する海岸工学的影響評価が行われている。

(3) 途上国の地球温暖化対応戦略策定支援

途上国は、人口増加、経済発展等により、将来の温室効果ガスの大きな発生源となるばかりでなく、地球温暖化に伴う気候変動、海面上昇等の影響を最も受けやすいことが指摘されている。また、地球温暖化に対応していくための資金、技術、人的資源も現在までのところ限られている。日本は、地球温暖化に対応するため、「地球温暖化防止行動計画」を作成しているが、途上国においても同様な行動計画の策定が望まれている。この事例では日本が東南アジアの途上国と共同して、同国が将来の地球温暖化に対応するために必要な基礎的情報を把握すると共に、温室効果ガス発生源及び吸収源、影響回避の対応策の検討調査を実施している。

(B) その他の事例

(1) 砂漠化・土地荒廃—砂漠化・土地荒廃と人間活動の相互影響評価

砂漠化・土地荒廃は、「乾燥地域、半乾燥地域、乾燥半湿潤地域における気候上の変動や人間活動を含むさまざまな要因に起因する土地の劣化」と定義されているが、日本には、この定義に該当する大規模な砂漠化・土地荒廃地域は存在しないため、プロジェクトは海外が中心となる。但し、この問題に間接的に関連するものとしては、乾燥、半乾燥地域における灌漑調査、農村開発調査、水資源開発調査等多くのものがあるが、直接関連するプロジェクトに関する取組み事例はわずかである。具体事例として、東及び東南アジア、アフリカ地域における乾燥、半乾燥、乾燥半湿潤地域における人間活動が砂漠化・土地荒廃に及ぼす影響を把握する目的で、これらの地域の現状調査及び砂漠化・土地荒廃と人間活動の相互影響評価に関する国際比較・地域間比較調査が行われている。

(2) 酸性雨—中国の大気汚染・酸性雨の現状把握

中国では、経済発展と共に、工業化・都市化が著しいスピードで進行しており、これに伴い様々な環境問題が顕在化している。特に、硫黄酸化物、煤塵による大気汚染問題は各都市で顕在化しており、重慶、貴陽、広州では大気汚染に伴う酸性雨の被害が報告されている。取組みの具体事例としては、中国における大気汚染・酸性雨の現状把握及び今後の望ましい対応策に関する検討調査が行われている。その結果、硫黄酸化物排出量のコントロールが重要な課題であり、汚染源別、地域別に適切な対応策を技術的、資金的な問題を含めて検討する必要があることが明らかになった。具体的な対応策として、石炭の選炭技術の向上、小規模ボイラー等の燃焼効率向上に関する技術改良、安価で簡易な脱硫技術の開発、小規模零細工場に対する公害防止技術指導及び公害防止施設の普及等が提案された。

(3) 熱帯林破壊—熱帯林保全～農林地一体開発計画

この問題に対する現在までの取組み事例は少ないが、熱帯林減少の原因としてあげられている焼畑耕作、薪炭材の過剰採取、放牧の拡大、農地拡大等の問題を解決するために、地域住民の生活を改善することを目的とした農地・林地一体開発計画調査が実施された事例がある。この調査に継続して、提案した対策のうち中核的な技術について地元住民の参加の下、その実効性を確認する調査が実施されている。

3. 海外プロジェクトを通しての取組み

建設コンサルタントは、道路、港湾、水資源、上下水道等の社会・経済インフラの整備や農業開発、鉱工業・エネルギー開発、地域開発等を通じて、途上国の国づくりに大きな貢献をしてきた。しかし、一方でこれらの開発プロジェクトの実施により、大気汚染、水質等の公害、熱帯林、マングローブ林といった脆弱な自然環境や先住民の生活基盤、遺跡文化財等の社会環境に影響を及ぼすおそれが指摘されてきた。これらの影響に対し、適切な環境配慮を行うことによって、マイナス影響を極力回避、軽減し、持続可能な開発を実施していくことが重要となっている。

開発プロジェクトにおける環境配慮を考える場合、プロジェクトサイクルの各段階に応じた配慮が重要であり、その基本的考え方を図-2に示す。

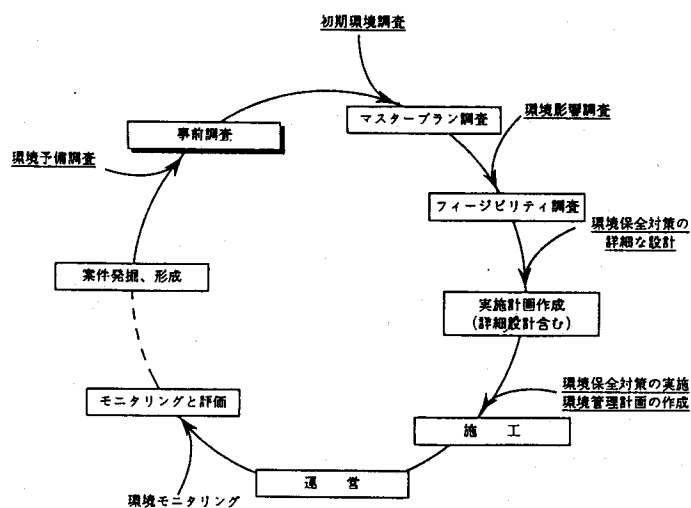


図-2 プロジェクトサイクルにおける環境配慮の流れ¹⁾

(A) 取組みの事例

① 環境・公害一般；開発途上国における都市化や工業化の進展は、都市暖房、自動車交通、工場等からの排ガスによる大気汚染、家庭排水、工場排水、農業排水等による河川・運河・海域の水質汚濁を進行させている。また、自動車交通による騒音や振動も大きな問題となっている。

事例としては、「コロンビア国ボゴタ市大気汚染対策計画調査」「ハンガリー国ヴァルバロタ地域環境改善事業に係る案件形成促進調査」等があり、ボゴタ市大気汚染対策では大気汚染の現地調査、社会・経済条件の現況解析及び将来予測、シミュレーションモデルの作成、対策ガイドラインの作成、計測機器の使用及び大気汚染対策計画作成に関する技術移転等を実施している。

② 環境衛生；開発途上国における急激な都市人口の増加は、スラムや不法居住区の拡大を招き、不適切な水の使用や生活用水の不足、衛生施設の不備等によって深刻な環境衛生問題を生じさせている。水に関連する疾病の予防には安全な飲料水の供給と衛生施設の整備が必要であり、上下水道、し尿衛生処理施設の整備

が進められている。また、生活廃棄物の急増や産業廃棄物、危険な化学薬品、放射性廃棄物等が、住民の健康を脅かし、水質や土壌の汚染を引き起こしている例もあり、適切な回収、処理システムの構築が求められている。

事例としては、上下水道については「ネパール国カトマンズ上水道施設改善計画」「アルゼンチン国ブエノスアイレス首都圏下水道計画調査」等があり、カトマンズ上水道施設改善計画では浄水施設の生物処理による前処理装置の設置等を検討している。廃棄物処理については、「タイ国バンコク廃棄物処理計画調査」「ニカラグア共和国マナグア市廃棄物処理計画調査」等があり、バンコク廃棄物処理計画では廃棄物の収集、処理・処分の問題点、財政的制約、将来の適正サービス水準を考慮した最適廃棄物処理システムの策定等を実施している。

③ 水資源開発；開発途上国における水資源開発は、洪水制御、発電、農業用水や生活水の確保等を目的とし、地域社会へ大きく貢献しているが、一方で大規模な構造物の建設や湛水池の出現は、周辺の自然環境、生活環境の大きな改変を伴い、脆弱な自然環境やそれに生活を依存する社会に重大な影響を生ずることがある。

事例としては、「インドネシア国ウォノレジョ多目的ダム計画」「インドネシア国サグリン水力発電プロジェクト」等があり、ウォノレジョ多目的ダム計画では、住民移転問題を中心とした環境影響評価を実施するとともに、環境管理計画を策定している。

④ 農業開発；農村地域の人口の増加に伴い、農地拡大のための森林伐採、傾斜地や比較的雨量の少ない地域でも作物栽培や家畜の飼育等の農業開発が行われるようになり、森林破壊、土壌浸食の激化、砂漠化の促進等の環境問題が深刻になってきた。

事例としては、「インドネシア国13州かんがい農業開発計画」「中国遼寧省遼河三角洲農業資源総合開発計画調査」等がある。13州かんがい農業開発計画では、比較的大規模な13のかんがい計画についてのEIA、流域管理計画の策定、土壌浸食防止対策立案のためのガイドラインの作成等を実施している。また、農業資源総合開発計画では、遼河デルタ地帯の農業開発に当って貴重種であるズグロカモメの営巣地の保護と人工的営巣地の建設計画を検討している。

⑤ 道路開発；道路開発は線的に連続した構造物を建設するため、周辺環境によりその影響は異なり、都市部では大気汚染、騒音、振動といった公害が問題となり、熱帯林地域では脆弱な自然環境への影響が問題となる。

事例としては、「タンザニア国ダルエスサラーム市道路開発計画調査」「インドネシア国ジャカルタイントウアーバン有料道路建設計画」等がある。ダルエスサラーム市道路開発計画では、マスタープラン策定に係る初期環境調査を行い、ハイプライオリティ道路に対するEIAの必要性を検討している。

⑥ 港湾開発；港湾開発は後背地の産業活動等により発生する物流需要に対し、海上輸送の拠点として整備されるものであり、大規模な構造物（防波堤や埋立地等）を海上に出現させることに伴い、流況変化に伴う沿岸地形への影響や干潟、マングローブ林等の野生生物資源への影響が問題となる。

事例としては、「スリランカ国コロンボ港開発プロジェクト」「インドネシア国スマラン港開発プロジェクト」等がある。コロンボ港開発では海面埋立を行うため、港湾海域及び港内へ流入する都市下水の供給源の一つである隣接する湖の環境モニタリング調査を実施している。

(B) 現状での問題点及び取組み課題

① プラス、マイナスの両面からの総合的な評価手法がない。

アジェンダ21／土木学会では「環境の悪化に関わる外部不経済コストと、良好な環境の創造によってもたらされる便益を土木建設事業の経済性評価の枠組みに含める」ことがうたわれているが、このような総合的な評価手法が確立していない。

② 環境専門家の人材不足

海外業務では、環境分野への予算の制約等の問題もあり、一人の環境専門家がすべての環境項目（自然環境、社会環境、生活環境）を担当することも多く、幅広い知見を備えた技術者の対応が要請される。また、開発調査においては、持続可能な開発という観点から環境配慮へのアプローチが求められるため、開発事業全体を見通し、マクロなフレームワークの中で環境問題を考えられる環境専門家の育成が重要である。

③ 日本と途上国の環境アセスメント制度の違い

わが国のEIAは公害及び自然破壊の未然防止に重点が置かれており、開発により得られる便益との比較等の経済的視点や社会環境への影響といった社会経済的要素を含むものとはなっていない。また、事業実施段階に行われるため代替案の検討が十分に行えない等、欧米型のEIA手法を取り入れている開発途上国のEIAとはかなり異なったものとなっている。

④ 国際機関やNGOとの連携不足

NGOは、開発途上国の環境保全に対する草の根レベルの活動に貢献し、環境保全を促進させるうえで大きな役割を果たしている。海外プロジェクトにおける限られた時間の中で、建設コンサルタントが適切な環境配慮を実施していくためには、国際機関やNGOとの連携が不可欠である。

⑤ 水系伝染病や先住民対策など、日本とは異なる環境問題への対応

ダム建設に伴う湛水池の出現や緩流速の水路等は、熱帯に位置する開発途上国では虫媒伝染病の温床となる危険性をはらんでいる。また、水没等により移転を余儀なくされた先住民に対する生活基盤や文化に配慮を欠いた移転の強制は、社会問題化することもある。このような日本とは異なる環境問題への対応が要求される。

4. 環境負荷を考えたシステム～施設の計画・設計について

土木建設事業における環境への負荷の評価を正確に行い、それを事業の計画段階で直接的に反映しようとする考えは、近年真剣味を帯びて検討されつつある。土木学会地球環境委員会でも環境負荷評価（ライフサイクルアセスメント、LCA）のあり方について、影響評価やその代替手法による負荷低減効果を定量的に評価できるような手法の検討として、資材別・工法別の環境負荷（廃棄物、CO₂排出など）原単位の検討、および構造物の耐用年数、リサイクル率を考慮した環境負荷算定法の検討、などの実施が考えられているようである。最終的にはこのような環境負荷算定をも踏まえて、最適なシステムあるいは個別施設の計画や設計を行うことが必要になる。評価・算定されるべき環境負荷としては、上述の要素などが対象として考えられるが、環境問題の背景にあるエネルギー問題も包含しうることから、ここではエネルギー負荷の評価とそれを踏まえた計画・設計について、その状況と今後に関する若干の知見を示すこととしたい。

(1) 建設事業に係わる使用エネルギーの評価

日本は1970年代に2度の石油危機を迎えた。このような中で建設省は建設事業におけるエネルギー消費の効率化の方向を見出すため、同省技術研究会の指定課題として昭和55年から3ケ年にわたってエネルギー使用に関する研究を進めた²⁾。その主要内容は、

I 建設および供用段階における建設事業のエネルギー消費実態としての消費構造の把握とその分析

II 所管事業における省エネルギーの方策の整理と事例研究

である。この中で建設事業のうち、その建設段階におけるエネルギー消費の総量は国内における総需要の約20%であることその他、供用の段階を含む事業別、工種別、あるいは数量別のエネルギー原単位の算定を行っている。これらの研究は、その時点で系統的な初めてのものとして大きな評価を受けるべきものと考えられるが、近年の地球環境問題の進展に応じて、CO₂排出の評価につながるエネルギー消費の見直しも実施されている³⁾。

(2) ライフサイクル

エネルギー負荷をいう場合、そのシステム～施設の供用の終了時点迄を含めたエネルギー消費の評価が必要である。一般に供用期間としてライフサイクル(LC)という言葉が用いられている。もともと生物学から発したこの言葉は、経済合理的な施設の整備とその更新に係わる、ライフ・サイクル・コスト(LCC)という概念と一体に用いられてきている。一般土木施設の場合のライフサイクルの考え方について、昭和53年の土木計画学シンポジウムで議論がなされている⁴⁾。ここでは、ライフサイクルの定義の明確化を図った上で、それを決定する要因として、「物理的」、「社会的～機能的」、および「経済的」の三つの寿命を示すとともに、土木施設のライフサイクルの特性を整理している。これを要約すれば、以下の如くなる。

① 計画耐用年数の長さ、およびそれに伴う期間中の外力や劣化の不確実性による物理的寿命の不確かさ、更には社会的ニーズの変化や機能の拡大等による社会的～機能的寿命の不確かさ。

② 土木施設が土地に拘束され、かつ、人命等安全性に係わる事業の場合、代替性がなく、かつ段階的な整備や補修・補強を実施することにより、予見しうる範囲内で寿命を特定しがたいこと。

(3) ライフ・サイクル・エネルギー(LCE)の評価

ライフサイクル中のエネルギー消費の総量 E_{LC} の算定は、その間の各作業における各エネルギー消費の総和として次式で示される。

$$E_{LC} = E_P + E_C + E_M + E_{RP} + E_{RM}$$

ここに各添字は、P；企画・調査・設計、C；建設、M；維持管理、RP；修繕・補修、RM；撤去・取壊しを表す。これらのうち一度だけ実施されるものは E_P 、 E_C 、 E_{RM} であり、 E_M は供用期間中、量の多少はともかく確実に実施されつづけるもの、また E_{RP} は外力の作用や材料的劣化に応じて発生する必要性に対して確率的に実施されるものと考えられる。供用期間を T_u とすれば、年平均消費量 e_{LC} は、

$$e_{LC} = (E_P + E_C + E_{RM}) / T_u + e_m' + \sum p_i E_{RPI} / T_u$$

ここに e_m' は供用期間中の年平均維持管理用エネルギー消費、また p_i 、 E_{RPI} は各種維持補修作業の実施確率とその所要エネルギーである。土木建設事業に係わるエネルギー評価の困難さは(2)に示した T_u 自体と、更に長期間にわたる e_m' 、 p_i 、 E_{RPI} の評価であると言えよう(但し、 T_u については絶対値が大きくなるほど年平均値の予測誤差は小さくなる)。なお、維持管理に係わるエネルギー消費 E_M については、通常、施設の維持に係わるメンテナンス分と、その供用に伴って必要なサービス分に分けられ、補修に伴うエネルギー E_{RP} については、この補修に伴って生じる便益の減少分がエネルギー増につながる場合、これを障害分として計上する必要がある。また、LCCの場合に用いる「現在価値」の概念をエネルギーの場合如何に取り扱うかの問題が残されている。

(4) 省エネルギー事業とそのLCEの評価

省エネルギー(以下略して省エネ)対策は次のようにも分類できる。すなわちA：省エネを目的とした事業、およびB：省エネを目的としない事業の中での省エネ策、の2つである。Aはまた機能的には同一の条件のもとでの省エネ化(A1)と、その施設の本来持つ機能そのものが変化(増進)する形での省エネ策(A2)の2つに分けられる。ところで、この省エネ策として未利用エネルギーの活用、および取壊し時に副産物としてのリサイクルを行った場合、そのLCEの算定方法の問題がある。前者については、太陽光、地熱、河川水熱、下水処理水熱等の方法があるが、それらを実際に利用できる形に変換するための施設整備、およびそのランニングのためのエネルギー消費は当然計上されねばならない他、仮にそれ自体の有限性や他の影響があれば、それらに対する考慮も必要となる。撤去時の廃棄物のリサイクルについても、同様の配慮が必要となる。なお、広義の意味での省エネ・省資源策として、施設の長寿化がある。建設省の平成3年度からの総合プロジェクトの中で、「土木構造物のライフサイクルコスト低減のための技術の開発」の一環として、施設の長寿化が考えられているようであるが、ある程度以上の長期の供用期間を考えた場合、(3)の第2式に示したように必ずしもその効果は顕著ではなく、逆に社会的～機能的な面から寿命が決められる可能

性も多いとすれば、供用期間に対する維持管理～補修に要するエネルギー（費用）を少なく抑える、いわゆる「ノー・メンテナンス」を目指した広い意味での長寿化も一つの有力なコンセプトとなると考えられる。

(5) 評価されたLCEの実際の計画・設計への反映

ある土木建設事業のある計画案についてLCEが算定されるとして、その事業計画への反映として、従来の取り敢えずLCEを考えない案の中から最適案を選び、それに対してLCEを算定して妥当性を評価する、従来の環境アセスメントの方式の他に、以下の2種の選択があろう。すなわち、A：LCEに関する上限値（枠）を与条件として与える（A1）、あるいは与えない（A2）。B：可能な案の中での最適案の抽出基準としてLCE最小値とする（B1）、あるいは他の要因も入れて総合評価を行う（B2）。この中で一番厳しいのは（A1/B1）の方式であり、穏やかなものは（A2/B2）である。その選択は国民的な合意形成に基づくものであろうが（事業の種別による方式の相違もあり得よう）、現実の問題としてLCEを組み入れるとしても（A2/B2）の方式が取られやすいのであろうが、その場合、建設の技術だけではなく維持管理～補修の技術が建設の技術と融合した形で発揮される必要があること、また、このような環境に対する配慮に対しても、それを制度面から評価してメリットとして反映する等の仕組みの創設がありうることが指摘される。

以上、便益～機能としてはエネルギーを含まない一定のものとしての考えであるが、便益が省エネ自体の場合も、大略、上述の考えが適用されよう。また(4)にA2として示したように、更に別途の機能～便益が付加される場合には、その程度に応じて問題は複雑となろう。なお、LCCの応用として、「経済寿命」という概念がある。寿命そのものが相当長く、かつランニング分の絶対値、したがってその変化も小さい一般土木施設では、その概念の効用は小さいものと見られる。

以上、建設コンサルタントが直接的にあるいは途上国の環境問題等を通じて地球環境問題に取り組んでいる姿や、一般の土木施設の計画～設計者が環境負荷の軽減を通じてこの問題に貢献できる可能性を示してきた。地球環境問題の特質として解決にあたっての社会経済との係わりの大きさもさることながら、その問題間の関連性、それに伴う複雑さや総合性が指摘されている。そのため理学的な現象の解明や工学的な対処の両面にわたってその道筋が明らかになっていない状態であるが、具体の対処策の提示はもちろん、そのような解明や対処手法の整備のための研究開発も含めて建設コンサルタントの寄与すべき分野・領域は非常に大きいものと考えられ、種々の形態を通じてその実現に努力していく必要があると考える。

参考文献

- 1) Environmental Planning and Management, Asian Development Bank, 1986
- 2) 建設省所管事業のエネルギー使用に関する調査研究, 第34, 35, 36回建設省技術研究会報告, 財)土木研究センター, 昭和55, 56, 57年
- 3) 池村雅司; 公共事業とエネルギー消費・環境負荷(CO₂排出), 土木学会 平成5年度全国大会研究対論会資料(環境とコンクリート), 1993年8月
- 4) 土木施設のライフサイクル, 第12回土木計画学シンポジウム プロシーディングス, 土木学会, 昭和53年6月