

## プレストレストコンクリート橋の建設における環境問題

名城大学 正会員 工博 泉 満明

### 1. はじめに

建設事業においては図-1<sup>1)</sup>に示すように、建設、供用、更新、廃棄などに亘るライフサイクルの中で多くの資材、エネルギーを消費し、その過程で環境への負荷の主なCO<sub>2</sub>を発生している。こうした建設現場で直接に消費されるエネルギー、あるいは排出されるCO<sub>2</sub>などの環境負荷は僅かの量である。しかし、使用する材料の製造関連分野、それらの輸送、その他を含めると建設業の環境に与える負荷は産業分野全体の約1/3という試算もあり、どこまでを建設関連の範囲するか議論もある。さらに、構造物の建設段階の採用工法、供用時、解体時も含めたライフサイクル全体において環境に与える負荷はどのくらいになるのかの情報には十分に把握、整理されているとは言えない現状である。図-1

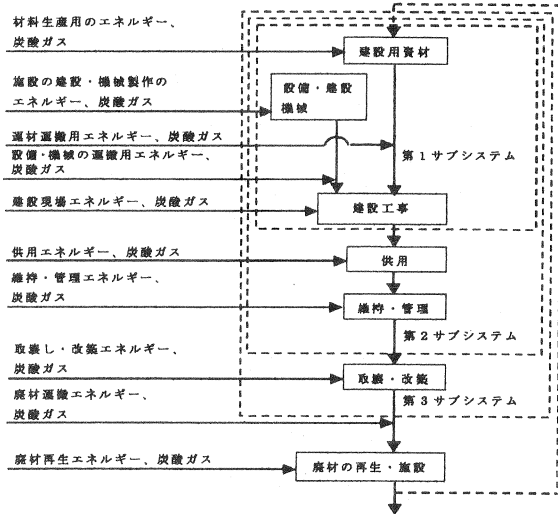


図-1 建設事業におけるエネルギー消費  
CO<sub>2</sub>排出の流れ

に建設事業におけるエネルギー消費、およびCO<sub>2</sub>発生量の概略の流れを示す。図よりエネルギー消費とCO<sub>2</sub>発生は関連が深く、この研究はプレストレストコンクリート(PC)橋梁建設の環境負荷を算定するために、エネルギー消費量およびエネルギー・アナリシス<sup>2)</sup>類似の手法を用いてPC橋梁建設についてCO<sub>2</sub>排出量について試算をし、同時に鋼橋建設との比較も行った。

### 2. PC橋建設におけるエネルギー消費とCO<sub>2</sub>排出

エネルギー消費量の算出は、積み上げ方式と産業関連分析の拡張方式の組み合わせで行った。CO<sub>2</sub>の排出量は、エネルギー算定<sup>3)</sup>の後者と類似のLCA<sup>4)</sup>に基づいたものによるものである。

上記の方法によって、図-1に示す全システムについての算定は、現時点では基本的資料の不足のため不可能であるが、第一サブシステム(建設段階)の範囲では一応算定可能である。ここでは、PC橋および鋼橋の建設<sup>5)</sup>についての試算結果を以下に示す。

図-2および図-3には、第一サブシステムの範囲で、PC橋および鋼道路橋の建設について支間10mから2000mの範囲について橋面積当たりのエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量との関係の算定結果および回帰式を示したものである。算定数は200橋弱であり、算定結果はあくまでも推定の域を越えないものである。

図-4および図-5には支間10mから300mの範囲でのPC橋および鋼道路橋のエネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量の算定結果およびそれらの点から誘導した回帰式の線を示している。

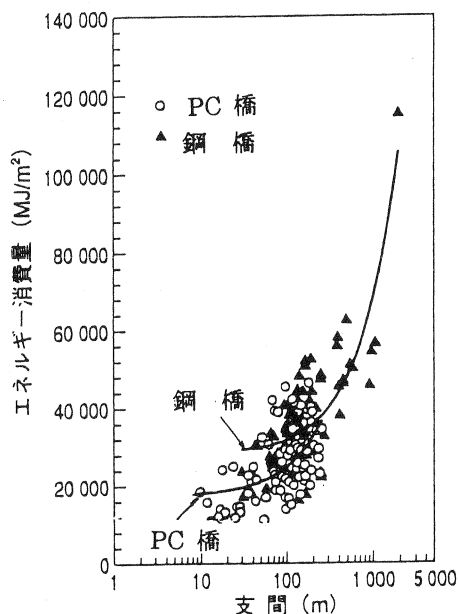


図-2 橋面積当たりのエネルギー消費と支間の関係

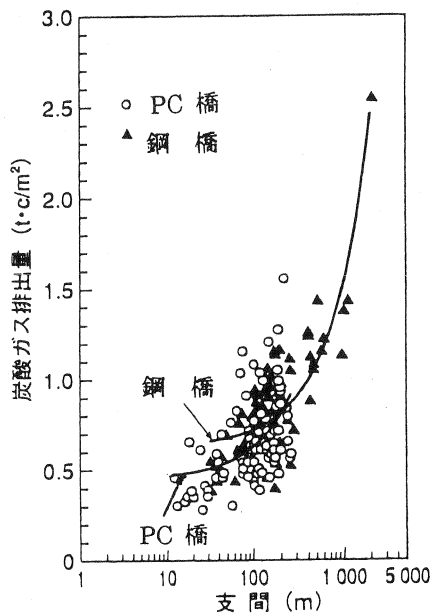


図-3 橋面積当たりのCO<sub>2</sub>排出量と支間の関係

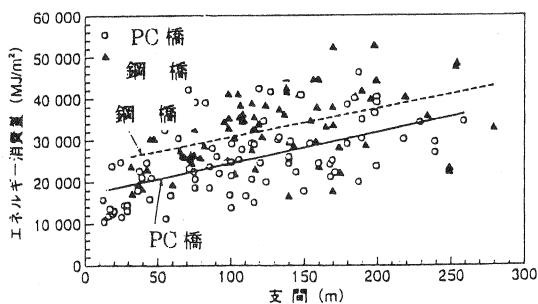


図-4 支間300m以下の橋面積当たりのエネルギー消費量と支間の関係

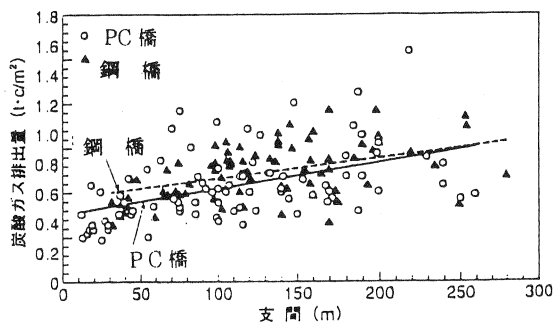
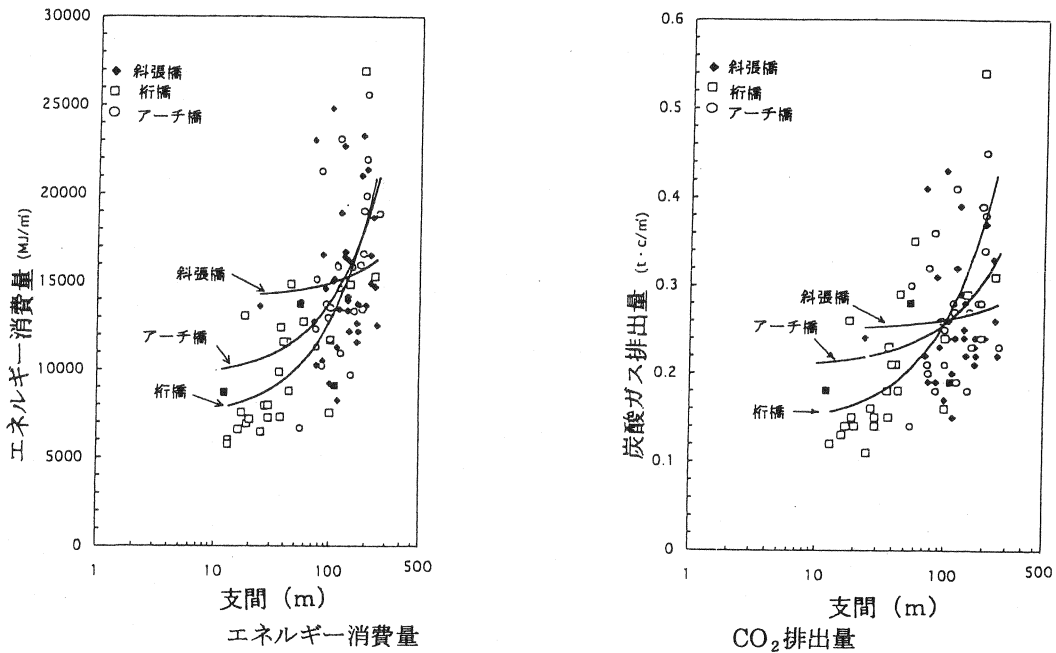


図-5 支間300m以下の橋面積当たりのCO<sub>2</sub>排出量と支間の関係

図-2から図-5を検討すると支間300m以下の範囲では、PC橋はエネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量の両面で鋼橋より有利と推定される。特に図-4,5を検討すると、エネルギー消費量でPC橋のほうが鋼橋より約20%程度有利と推定される。これは、他の研究<sup>1)</sup>と同様な結果である。一方、CO<sub>2</sub>の排出量については、図-5から明らかのように大きな差はないが一応PC橋が有利とおもわれる。この理由は使用材料中のセメントの製造時に多量のCO<sub>2</sub>の排出があるので、コンクリートを主材料とするPC橋はコンクリート使用量の少ない鋼橋との差異がエネルギー消費量ほどの差を生じないと推定される。

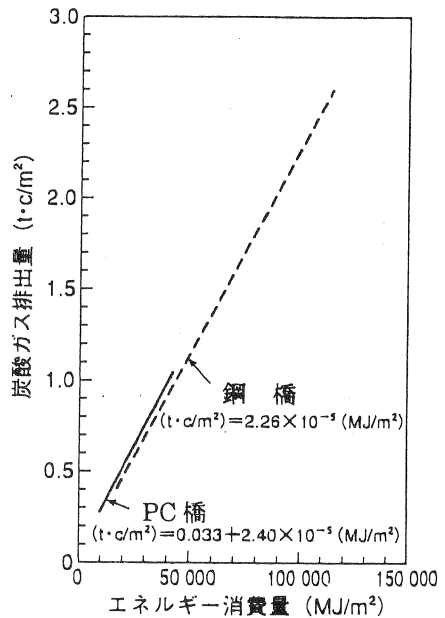
図-6にPC橋上部の構造形式別にエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量と支間の関係が示されている。



図一六 PC橋の構造形式による橋面積当たりのエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量と支間の関係

算定数は少ないが、図一六にはPC橋の支間と構造形式との関連でエネルギー消費量およびCO<sub>2</sub>排出量が異なることが推定される。例えば、桁構造を基準とすると、PC橋において支間約130m程度以下の範囲で有利であり、この支間以上では他の構造形式が有利と考えられる。

この研究の範囲において、我が国のPC橋と鋼橋の建設におけるエネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量との関連は図一七の回帰式で示すことができよう。この式は注目する橋梁建設のエネルギー消費量が算定されれば、直ちに当該の橋梁建設におけるCO<sub>2</sub>排出量が推定できることになる。図から分かるようにPC橋と鋼橋それぞれに関する回帰式は大差はないが、PC橋に関しては鋼橋と比較するとエネルギー消費量の増加によるCO<sub>2</sub>の増加率が僅かに高いことが分かる。



図一七 橋梁建設に関するCO<sub>2</sub>排出量とエネルギー消費量の関係

### 3. PC橋建設における環境対策

同一の機能を果たす構造物でも構造形式、使用材料の種類と量、施工方法等により、エネルギー消費、

CO<sub>2</sub>排出の要因の差異が存在するものと思われる。さらに、工場製品における製作過程、熱管理等によっても上記と同様なことが生じる。PC 橋建設事業において環境問題を検討するには、計画段階から維持管理段階の各段階における構造物のライフサイクル全体について対策を組み合わせて

効果的に処理することが不可欠である。この各段階で最も重要なものは最初の計画段階であり、続く段階に大きな影響を与え環境対策の良否に関連が深い。なお、表一1に示すPC 橋建設事業における環境対策は通常の建設事業においても適用できる。

省エネルギー、CO<sub>2</sub>排出の減少に関する計画、設計条件、使用材料の種類、構造形式の選択は環境問題と密接に関連していることが想定される。各段階における対策の効果は小さいであろうが、これらを積み重ねることにより、大きな環境対策につながることが期待できよう。

環境問題に関連する事項は広くかつ深い。例えば構造物の設計、施工基準類の条項にまで及ぶものである。すなわち、現在の規定・基準類の中には人件費の低減を進める方向で省力化をはかり、その結果として使用材料の量の増加となる傾向のものもある。これは環境負荷に関しては良い方向とは思えない。どのような建設事業においても、構造設計、使用材料の選定、施工方法、維持管理の全てにおいて省材料、省エネルギーおよびCO<sub>2</sub>排出の低下を図らなければならない。さらに、企業は経理の面から環境会計を導入し、この面からも環境対策を進めることが必要とおもわれる。

表一1 PC 橋建設事業における環境対策<sup>6)</sup>

項目 各段階	対 策	事 例
計画段階	路線、線形、構造形式、メンテナンスの検討	支間長、支間割り、静定、不静定構造の選択、環境対策に有利で耐久性の高い材料および施工容易なものの使用を計画、メンテナンス・フリー
設計段階	構造形式および支間に適合した使用材料の選択、省材料設計	環境対策に有利な材料の選択、設計、設計技術の高度化による使用材料の量を少なくする省材料設計
施工段階	使用材料に適合した施工法、工場における省エネルギー、熱管理	施工方法・機械の選択、高炉セメント、再生骨材等の活用、工場製品製作時の省エネルギー、熱管理の合理化、廃材の有効利用
維持管理 段 階	維持管理の合理化	構造形式、使用材料の特性を考慮したメンテナンス、管理作業の省エネルギー化、廃材の活用

参考文献

- 1) 泉 満明：建設事業における省エネルギー、土木学会誌、1984、10
- 2) 茅 陽一：エネルギー・アナリシス、電力新報社、1980、2
- 3) 資源協会：家庭生活のライフサイクルエネルギー、1998、9
- 4) 土木建設業における環境負荷評価、土木学会、1997、3
- 5) 道路橋年報（平成 5、6、年版）、日本道路協会
- 6) 泉 満明：建設事業における環境問題、土木学会誌、2000、5