

プレストレストコンクリート建設産業の現状と 産業特性に関する一考察

○深山清六（ピーシー桥梁），平澤 冷（政策研究大学院大）

1. はじめに

プレストレストコンクリート（以下PC）建設産業は、過去半世紀の間、欧米から導入したPC技術を応用しつつ社会資本整備に寄与してきた。橋梁工事を主体とした極めて公共性の高い産業と言える。PCとは、緊張材によってあらかじめ計画的にコンクリートに応力が与えられている一種の鉄筋コンクリートであり、建設資材の高度化といった技術の流れの中で発展してきた。

本報告では、PCを建設資材という観点でとらえ、競合する鋼あるいは鉄筋コンクリート（以下RC）との比較を社会全体の負荷低減といった指標で実施し、PC建設産業の課題と対応について論じた。

2. 建設産業の中でのPC建設産業の位置づけ

(1) 階層化された社会資本の中でのPC技術

PC技術は、社会資本整備を進めていく中で階層化された体制下の一端として発展してきたが、建設資材として極めて重要な役割を担っている。

例えば、道路事業において、PC技術は、当該事業を一般道路にするのか高速道路にするのか、一般道路を国道にするのか地方道にするのか、あるいは地形条件によって道路を土工、トンネル、橋梁どれにするのか、橋梁を鋼橋、PC橋、RC橋どれにするのかといったステージの異なった階層的な社会資本の中で存在している。

(2) PC建設産業の現状

PC建設産業の市場規模¹⁾としては、1999年度の受注実績額が約5,800億円であり、同年、わが国の総建設投資額の約709,000億円に対し0.8%、政府建設投資額の約350,000億円に対し1.7%の占有率である。

道路事業費に対するPC受注額の比率は、**図-1**に示すとおり、近年若干の上昇傾向にあるものの、概ね4~5%台を確保し比較的安定している。

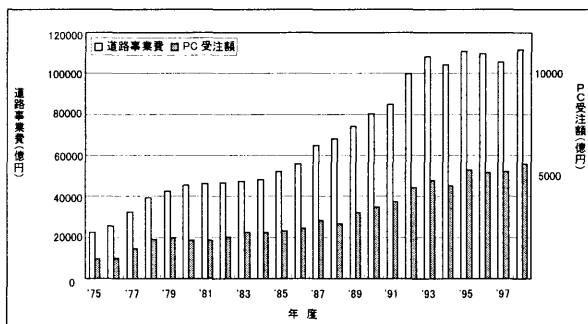


図-1 道路事業費およびPC受注額の推移

次に、PCが建設資材として競合している鋼、鉄筋コンクリート（以下RC）との比

較を道路橋の実績延長で実施する。

表-1は、橋梁における各材料別実績延長²⁾を示している。これらから次のことが認められる。①鋼橋、RC橋の実績延長比率は、1980年から2000年の20年間で7、6ポイント各々減少している。②PC橋の同比率は11ポイント急増している。これらの要因としては、PC技術の発展による適用性の向上およびコスト低減などが考えられる。

表-1 道路橋の各建設資材別実績延長 (km)

	鋼橋	PC橋	RC橋	その他
1980年	1333 (56%)	479 (20%)	494 (21%)	95 (3%)
2000年	3940 (49%)	2480 (31%)	1183 (15%)	421 (5%)
2000/1980	2.96	5.18	2.39	4.43

上段：橋梁延長、下段：材料別比率

3. 各指標を用いた産業および工法比較

今後、建設市場は縮小傾向にあり、建設主要資材として、鋼、RCおよびPCの競合が激化することが予想される。それらに対応していくためには、社会全体の負荷を小さくする技術を開発していくことが最良策と考えられる。

ここでは、産業面で労働生産性、技術面で環境負荷およびライフサイクルコストに各々焦点をあてて検討した。

(1) 労働生産性 (付加価値労働生産性)

ここでは、労働生産性について産業別 (全産業、製造業、建設業) および全建設産業とPC建設産業との比較を実施した。

$$\text{付加価値労働生産性} = \text{売上高} - \text{前給付原価}$$

$$\text{前給付原価} = \text{原材料} + \text{支払経費} + \text{減価償却費}$$

本分析は、大蔵省が実施した年次別法人企業統計調査結果の値³⁾を用いた。図-2 産業別労働生産性によれば、建設業の顕著な傾向として以下が挙げられる。

- ①建設業の労働生産性は、他産業を比較して概ね低い
- ②バブル崩壊の影響が鈍い
- ③リストラが遅れている

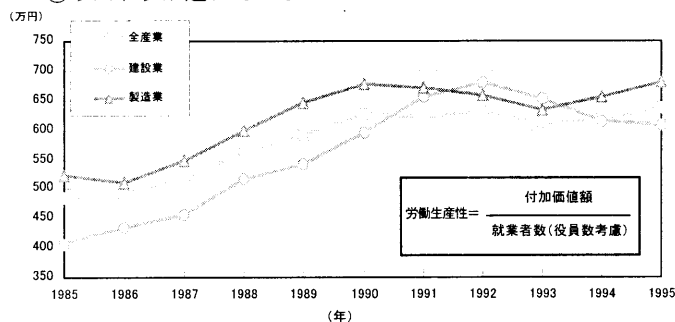


図-2 産業別労働生産性

一方、PC建設産業における労働生産性の傾向としては、以下が挙げられる。

- ①全産業と比較して約2割低い
- ②資本金の階層間による生産性の差異が認められない
- ③受注額の変化に連動している

(2) 環境負荷

主要材料別による環境負荷と工事費比較

土木学会、環境負荷評価研究小委員会第5WG⁴⁾において、環境負荷を考慮した橋梁形式選定を提案している。そのケーススタディの結果は、表-2に示した。

表-2 CO₂排出量、工事費の比較(上部工+下部工)*

	CO ₂ 排出量 (t・c)	工事費 (千円)
1案 鋼桁橋	359.3	363,700
2案 PC桁橋	358.7	327,600
3案 RC橋	395.5	337,500

*橋長81m、幅員18m、上部工+下部工

上表の結果は、ある立地条件を仮定したものであり、普遍的な傾向を示すものではないが、CO₂排出量でRC橋、工事費で鋼桁橋が各々劣っている。

(3) ライフサイクルコスト(以下LCC)

LCCの考え方を適用するには、超100年レベルの供用年数を設定する必要がある。

1年当たりのLCCをLCC/Tとすれば、以下の式により表される。

$$LCC/T = \{I + \Sigma M(t) + \Sigma R\} / T$$

ここに、
 I : 初期建設費用
 ΣM(t) : 毎年の維持管理費用の総和
 ΣR : 更新費用の総和
 T : 供用年数

1) 主要材料別によるLCCの試算

鋼桁橋、PC桁橋およびRC橋各々について、LCCの試算をする。ケーススタディとしては、前項、土木学会の事例を対象とし、供用年数をT=100年と仮定した。なお、初期コストに対するLCCの比率は、国土交通省土木研究所の報告書⁵⁾を参考にした。

表-3 主要材料別LCC試算結果(上部工+下部工)

	(千円) 初期コスト	LCC比率	(千円) LCC	(千円) LCC/T ₁
1案 鋼桁橋	363,700	8.0	2,909,600	29.096
2案 PC桁橋	327,600	5.0	1,638,000	16.380
3案 RC橋	337,500	6.5	2,193,800	21.938

表-3 主要材料別のLCC試算結果によれば、1案:2案:3案の比率は、初期コストで1.11:1.00:1.03、LCC/Tで1.78:1.00:1.34となっている。初期コスト比率とLCC/T比率とで大差が認められ、橋梁形式選定には、LCC評価手法を導入することが重要と考えられる。

構造物の耐久性喪失要因としては、鋼橋では腐食、疲労および床版の損傷、コンクリート橋でコンクリートの亀裂・剥離および床版の損傷が挙げられる。技術面として重要なことは、耐久性喪失要因のメカニズムとその防止法の確立である。

2) PC橋の施工法別による環境アセスメントを考慮したLCCの試算

PC橋の建設工事に関し、プレキャスト桁架設施工法と場所打ち固定式支保工施工法との環境コスト⁶⁾を考慮したLCC比較を表-4に示した。

表-4 PC橋の施工法別LCC比較(上部工)*

諸元	a案: PCボスティング3径 間T桁橋	b案: PCボスティング3径 間中空床版橋
施工法	プレキャスト桁 クレーン架設	場所打ち 固定式支保工
① 上部工工事費(千円)	128,100	138,550
② 消費エネルギー(千円)	1,940	4,140
③ / ① × 100	1.5%	3.0%
電力換算(kwh)	108,900	232,900
④(千円) 環境コスト	二酸化炭素処理コスト	830
	大気汚染物質処理コスト	60
① + ④ 初期コスト(千円)	128,990	140,440
⑤ LCC比率	5.0	5.0
初期コスト × ⑤ / T(千円)	6450	7020

*橋長 92m600、幅員 10m700

消費エネルギーの費用は上部工工事費に計上

上表により、次のことが言える。

① a案は、上部工初期コスト、環境アセスメントおよびLCC、全てに有利である

② 環境コストは、全工事費の1%程度である

3) LCCの低減策

PC橋は、LCCについて鋼橋、RC橋と比較して、材料・構造特性の面で優位にあることが理論的に認められる。

しかしながら、PC橋のLCC評価においては、耐久性が施工の良否に大きく影響すること、メンテナンスの実績が少なくデータが乏しいことなどといった課題がある。

PC橋のLCCを低減するためには、最小限の維持管理により長寿命化を図ることである。そのためには、初期コストが多少高くなっても、高性能コンクリート、エポキシ塗装鋼材などを積極的に採用することが必要である。

4. まとめ

以上、PC建設産業の現状と産業特性についての概略を論じた。これらの点を踏まえた上で、今後、当産業を発展させていくために不可欠な事項を、産業・技術のそれぞれの視点から改めて指摘したい。

まず、産業としては、労働生産性の向上を図るために現場生産から工場生産に生産方式を転換することが必要である。技術面としては、環境負荷の軽減、LCCの低減に効果のある部材のプレキャスト化の推進が重要である。

しかしながら、その目標を達成していくためには、産官学の協調体制によるPC技術の多面的高度化が重要であり、その体制を構築・強化していくことが今後のPC建設産業における最大の課題であると考えられる。

<参考文献>

- 1) プレストレストコンクリート建設業協会: PRESTRESSED CONCRETE YEAR BOOK, 2000年10月.
- 2) 建設省道路局: 道路統計年報, 2000年10月.
- 3) 大蔵省財政金融研究所: 法人企業統計年報集覧, 1998年3月.
- 4) 土木学会地球環境委員会: 土木建設業における環境負荷評価(LCA)研究小委員会 平成8年度調査研究報告書, 1997年3月.
- 5) 国土交通省土木研究所他: ミニマムメンテナンスPC橋の開発に関する共同研究, 2001年3月.
- 6) 矢澤信雄, 平澤冷: LC全コスト指標による政策形成, 研究・技術計画学会 第13回年次学術大会講演要旨集, pp. 208-213, 1998年.