

プレストレストコンクリート建設の産業特性分析に基づいたプレキャスト工法の有効性に関する研究

ピーシー橋梁（株） 深山 清六*¹

// 箕谷 一範*²

日本大学理工学部 山崎 淳 *³

政策研究大学院大学 平澤 洽 *⁴

By Kiyoroku FUKAYAMA, Kazunori MINOTANI, Jun YAMAZAKI, Ryo HIRASAWA

近年、建設産業を取り巻く環境は、社会・経済の影響によって急変しており、この半世紀の間で経験したことのない建設市場の縮小傾向に直面している。そうした中、プレストレストコンクリート（以下PC）建設産業が中長期的に質・量ともに健全に発展していくためには、建設資材という観点からPCと競合する鋼・鉄筋コンクリート（以下RC）に対し、どのようにしてその優位性を発揮させるかが極めて重要な課題となっている。また、最近注目されているPCと鋼との複合構造技術に対し如何に取り組むかという新たな課題も浮上してきている。

本論文においては、上記課題の対応策をPC建設産業の産業特性といった視点で産業の現状把握を行い社会的負荷の軽減を目標とした労働生産性の向上、環境負荷の減少、ライフサイクルコスト（以下LCC）の縮減といった指標で考察した。また、PC技術の進展が著しい米国を事例にPC技術における生産システム、主要建設資材比率、関連学術・工法協会について日本との比較およびその考察を実施した。

結果として、社会的負荷の軽減に有効であるプレキャスト工法の推進を提案した。

【キーワード】PC建設産業、プレキャスト工法、労働生産性、環境負荷、LCC

1. はじめに

最近、建設産業の構造改革が叫ばれているが、その中においてPC建設産業も同様な状況下にある。過去半世紀で年間施工額 5,000 億円に達したPC建設産業であるが、今後更なる発展を目指すために取り組まねばならない課題も数多くあるのも事実である。すなわち、PC技術の適用範囲の拡大、経営基盤の充実、労働生産性の向上、といった技術面・企業面・産業面といったあらゆる側面における課題である。

しかしながら、以上のような課題を抱えているにも関わらず、学術面において、それらを中心に据えてPC建設産業を論じた研究は残念ながら数少ないのが現状である。例えば、関連する研究発表会、シ

ンポジウムにおいては、技術面を中心としたものが大半である。

本研究の意義は、それを踏まえた上でPC建設産業が今後、社会資本整備に寄与していくための条件を労働生産性の向上、環境負荷の減少、LCCの縮減といった異なる専門分野を総合的に検討し、より具体的な提案をすることにある。

本研究における社会的負荷の軽減とは、社会および自然が持続することを前提とし人工物を構築するために必要とする費用を最小にすることが望ましいと定義した。

また、ここでは社会的負荷を側面から見て、その主たる要素として労働生産性、環境負荷、LCCを取り上げた。

*1 本社 03-3432-2871

*2 本社 技術部 03-3432-1982

*3 土木工学科 03-3259-0666

*4 政策研究科 03-3341-0481

2. 全建設産業の中でのP C建設産業の位置づけ

(1) 階層化された社会資本整備の中でのP C技術

P C建設産業は、階層化された社会資本整備の中でP Cという高度化された建設資材を構造物に有効に適用し社会に貢献している産業である¹⁾。

P C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で高性能建設資材の適用、コストパフォーマンスの追及といった目的を有し、設計・施工技術を高めることにより、その適用範囲を拡大しつつ今日まで発展してきており、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P C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、橋梁のどれにするのか、橋梁を鋼橋、P C橋、R C橋の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) P C建設産業の現状

P C建設産業を取り巻く環境は、総じて建設産業全体の流れと同様である。P C建設産業は、公共性が一段と高い産業(官公庁約95%:1999年受注実績)²⁾であり、国の政策に影響されるところが一層大きいことが特徴的である。道路事業費に対するP C受注額の比率は、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。

現下、道路特定財源について議論が多くなされている中、P C総受注の約80%が道路橋工事を対象としているため、この議論の動向が注目される。

P C建設産業の市場規模としては、1999年度の受注実績額が約5,800億円²⁾であり、同年のわが国の総建設投資額、約709,000億円に対し0.8%、政府建設投資額、約350,000億円に対し1.7%の占有率である。P C受注実績額の推移³⁾をプレテンション、ポストテンション別に図-1に示した。P C受注実績額は、過去10年間、第二東名神高速道路建設事業といった大規模プロジェクトなどに支えられて比較的順調に推移してきた。しかしながら直近2000年度の受注実績額が対前年比94%と減少傾向を示している。

次に、P Cが建設資材として競合している鋼、R Cとの比較を道路橋の実績延長で実施した。橋梁に

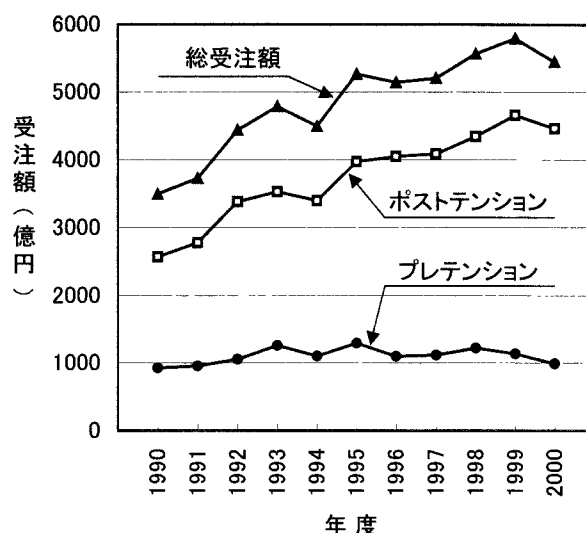


図-1 P C受注実績額推移

表-1 道路橋の主要建設資材別実績延長

	鋼 橋	PC橋	RC橋	その他	合 計
1980 年	1333 (56%)	479 (20%)	494 (21%)	95 (3%)	2401 (100%)
2000 年	3940 (49%)	2480 (31%)	1183 (15%)	421 (5%)	8024 (100%)
2000/1980	2.96	5.18	2.39	4.43	3.34 (平均)

上段：橋梁延長、下段：材料別比率

における主要建設資材別実績延長を道路統計年報⁴⁾を参考にし、表-1に示した。ここから、①道路橋の総延長は、過去20年間で約3倍に増加した。②建設資材別実績延長の特徴としてP C橋が急増傾向を示していることなどが認められる。

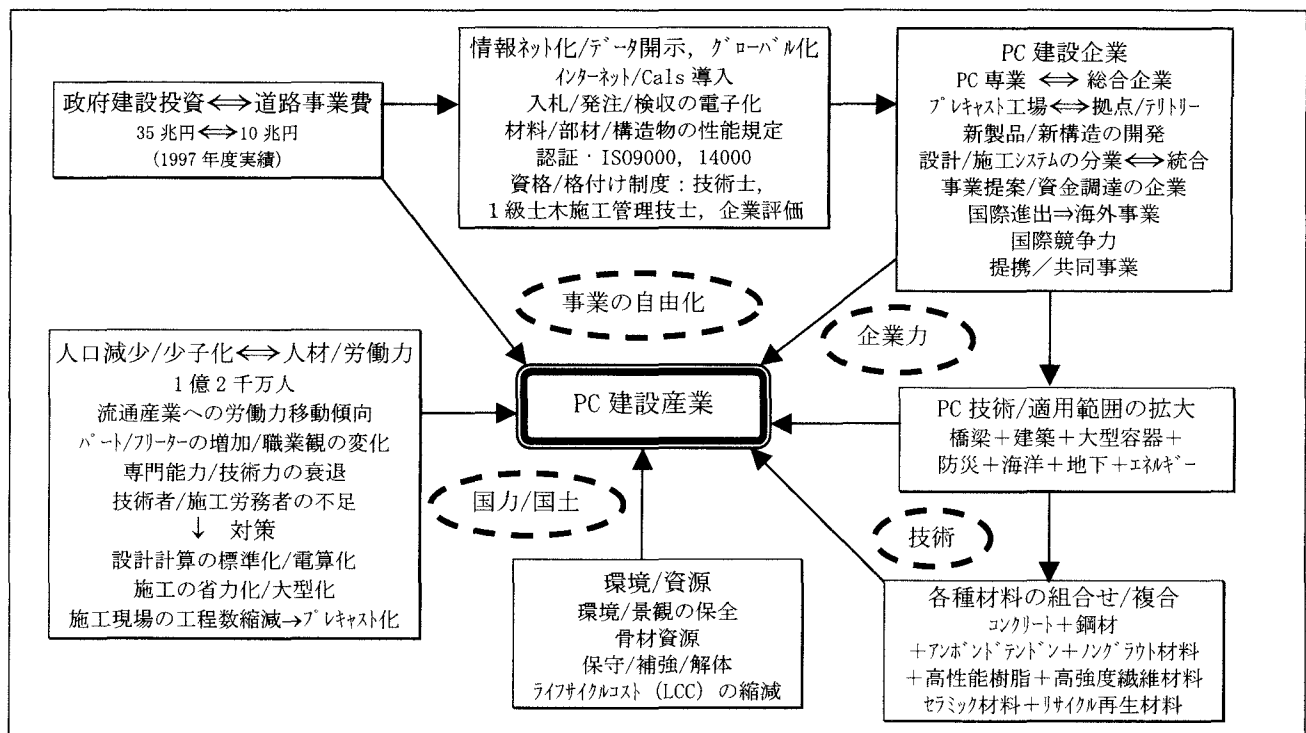
これらの要因としては、まず道路橋の建設が一般道、高速道建設といった活発な道路整備事業に支えられてきたことが挙げられる。P C橋の急伸は、鋼橋、R C橋と比較してその歴史が浅く、P C技術の適用範囲を拡大する余地が技術面で十分あったことに起因していると考えられる。

今後、P C技術を発展させていくためには、周辺環境、地盤、最大支間長といった諸々の施工条件に適合する技術開発を推進していくことが必要である。

その技術開発の一つの方向性としては、鋼とP Cとの利点を組合せた複合構造の定着化であると思われる。

(3) P C建設産業を取り巻く新たな環境

P C建設産業を取り巻く環境は、図-2に示すよ



図－2 PC建設産業を取り巻く新たな環境

うに社会・経済的にみて過去半世紀で経験したことの急変傾向にある。それらの環境変化の中であってPC建設産業は、産業として、企業として、技術として、何をすべきか岐路に立たされている。

本報告では、そのような環境下においてPC建設産業が目標とすべきキーワードと具体的な施策を提案するものである。

3. 各指標を用いた産業および工法比較

PC建設産業は受注産業であり、自助独立だけで成り立つことが出来ない側面を持つ。この宿命から脱するためには、建設資材として競合する鋼、RC技術に対してどのようにしてPC技術の特化・差別化を進めていくかが極めて重要となる。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、産業面から労働生産性、技術面から環境負荷およびLCC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）の向上

労働生産性には、施工現場を対象とし総工事費評価額100万円当りの労働投入量を指標としたミクロの労働生産性と、企業・産業を対象としたマクロの労働生産性とがある。ここでは、PC建設産業におけ

るマクロの労働生産性について分析・検討した。

$$\text{労働生産性} = \frac{\text{付加価値額}}{\text{就業者数}}$$

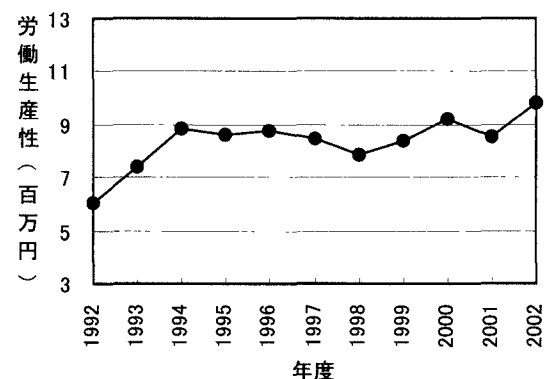
ここに

付加価値額＝売上高－前給付原価

前給付原価＝原材料費＋支払経費＋減価償却費

PC建設産業における労働生産性の分析には、大蔵省（財務省）：有価証券報告書⁶⁾に記載されている経営指標を参考に大手PC建設企業3社を対象とし、その平均値を採用した。

PC建設産業における労働生産性の推移を図－3に示す。



図－3 PC建設産業の労働生産性⁶⁾

PC建設産業の労働生産性の特徴として次のことが言える。

- ①バブル経済が崩壊した直後の労働生産性は、極めて悪かった。
- ②1994年～現在までの労働生産性は、比較的安定している。その要因として、売上高は1997年をピークに減少しているが、それと並行して従業員数も減少させリストラの成果が出ていることが挙げられる。
- ③労働生産性の企業格差は比較的少ない。
- ④大手建設業（資本金10億円以上）と比較すると労働生産性は低い。

PC建設産業における労働生産性の向上は、生産システムの改善を図っていくことであり、建設現場から定置工場へ、すなわち分散型生産から集約型生産への転換といった施策が重要と考えられる。

(2) 環境負荷の軽減

近年、環境問題は地球規模で議論されている。例えば、CO₂負荷の問題がある。土木学会、環境負荷評価研究小委員会第5WG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によれば、鉄、セメントといった素材の製造から工事完了までのCO₂の排出量は、表-2に示すように鋼橋、RC橋、PC橋とも大差がない結果となっている⁷⁾。さらに進んで、今後の橋梁形式選定においては、維持管理、廃棄処分、更新までにおよんだLCC全般についての環境負荷を検討することが必要と考える。

本課題の検討として、新たにPC橋の施工法別による建設時の消費エネルギー量を積み上げ方式によって算出した。その結果を表-3に示す。消費エネルギー量の算出においては、現場条件を想定したものであり、必ずしも普遍的な傾向とは言えないがa案プレキャスト桁クレーン架設がb案場所打ち固定支保工に対して明らかに有利となっている。

その要因として、b案はa案と比較して支保工・型枠設置に係わる整地、支保工・型枠材の輸送、組立て、解体時に消費するエネルギー量が多いことが挙げられる。

次に各工種別の消費エネルギー量比率をa案のプレキャスト・クレーン架設によるPCポストテンシ

表-2 主要材料別CO₂排出量⁷⁾

(t・C)				
	資材消費	運搬	施工	合計
1案 鋼桁橋	279.0	36.8	46.1	359.3
2案 PC桁橋	247.3	61.5	49.9	358.7
3案 RC橋	273.3	67.4	54.8	395.5

橋長81m、幅員18m
(上部工+下部工)

表-3 PC橋の施工法別消費エネルギー量

(軽油換算：ℓ)

	a 案 PCポストテンション方式 3径間T桁橋	b 案 PCポストテンション方式 3径間中空床版橋
仮定条件	桁長 92.60 m、幅員 10.70 m	
架設工法	プレキャスト桁 クレーン架設	場所打ち 固定支保工
消費 エネルギー量	25,800	55,200

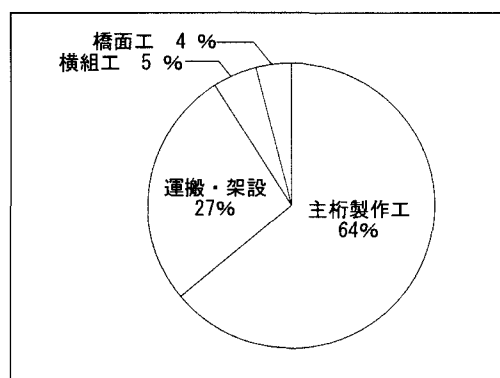


図-4 各工種別消費エネルギー量比率

ョン方式3径間T桁橋について算出し、図-4に示す。各工種別の消費エネルギー量は、主桁製作工が大半を占めている。このことから主桁製作時における型枠製作、鉄筋加工のさらなる合理化を図ることによって消費エネルギー量が低減出来ると考えられる。また主桁の運搬・架設においても高強度コンクリートの採用などにより部材の軽量化を図っていくことで、部材のプレキャスト化が進展し、消費エネルギー量が低減する。結果としてそれが環境負荷の軽減につながることになる。

(3) LCCの縮減

土木・建築においては、LCCという言葉が一般化されている。構造物は、様々な機能や性能を満たした上で、さらに経済的なものであることが要求されている。構造物は、企画、調査・設計、建設、維持管理、廃棄処分、更新の各段階に費用が掛かるが、そのライフサイクル中に発生する費用（コスト）を総称してLCCと呼んでいる。

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、次式により表される⁸⁾。

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

ここに、 I ：初期建設費用

$\sum M(t)$ ：毎年の維持管理費の総和

$\sum R$ ：更新費用の総和

r ：利息

T ：供用年数

a) 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⁹⁾を考慮したLCC比較を表-4に示す。この表により、次のことが言える。

① a 案は、上部工初期建設コスト、環境アセスメントおよびLCC、全てにおいて有利である。

② 環境コストは、全工事費の1%程度である。

本検討における環境コストとは、PC橋のLCCを通して二酸化炭素・大気汚染物質が自然浄化能力を超えて負荷をもたらす場合、排出時にそれを処理する費用を電力換算し仮想的に求めたものである。

b) LCC評価手法の確立

初期建設コストと維持管理コストの相関は、初期建設コストを一定水準以下に押さえた場合には、維持管理コストが高くなり、また維持管理コストを欠けば構造物の耐用年数は短縮され、減価償却費がかさむことになる。

従って、わが国の社会情勢からして、今後建設する構造物は、パフォーマンスの向上を期待しての更

表-4 PC橋の施工法別LCC比較（上部工）

諸 元		a 案 PCボーステンション方式 3 径間 T 桁橋	b 案 PCボーステンション方式 3 径間中空床版橋
仮定条件		・橋長 92.600m, 幅員 10.700m ・規準：現行の仕様規定 ・供用年数 $T=100$ 年	
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）	128,000	138,550
②	消費エネルギー（千円）	1,940	4,140
②/①×100		1.5 %	3.0 %
電力換算（kwh）		108,900	232,900
③ 環境コスト （千円）	二酸化炭素 処理コスト	830	1,770
	大気汚染物質 処理コスト	60	120
①+③ 初期コスト（千円）		128,990	140,440
④ LCC比率		5.0	5.0
初期コスト×④/T（千円）		6,450	7,020

（LCC比率は暫定値を使用した。）

新の可能性は少なく、維持管理負担を極力押さえながら、構造物の寿命を延ばしていくことが重要となる。そのためには、構造物のLCC評価法の確立が望まれる。

4. PC建設業における生産システムの日米比較

PC建設産業におけるマネジメントシステムの日米比較については、筆者らが土木学会建設マネジメント委員会の年次講演会概要集で詳細に記述した¹⁰⁾。本報告では、その中の生産システム、主要建設資材比率、関連学術・工法協会の日米比較および考察を実施した。

(1) 生産システム

ここでは、PC建設産業における生産システムとして、研究・技術開発、入札制度および製造・施工について調査・分析を行った。

研究・技術開発については、産官学の役割が日米間で大きく異なっているのが認められる。わが国では、産官学の三者が単独あるいは共同で実施しているのに対し、米国では官学の二者が単独あるいは共同で実施する場合が多い。

入札制度については、両国とも一般競争入札制度が建前となっているが、わが国では、指名競争入札が根強く残存しているのが実態である。

製造・施工システムについては、日米間で差異の大きいことが認められる。わが国においては、P C 建設企業が P C 工事一式を受注し、プレキャスト部材の製作あるいは現場での施工全てを請け負っている。これに対し米国においては、P C 工事プラス関連工事一式を一般建設企業が受注し、プレキャスト部材の製造をプレキャスターに、現場での緊張作業をポストテンショナーに各々外注しているのが実態である。

(2) 橋梁における主要建設資材比率

日米における橋梁の主要建設資材別建設数の推移を図-5 および 6 に示した。

わが国における橋梁年次別建設数の推移は、1975 年をピークに減少傾向にある。米国においては、わが国よりも 10 年程早くピークに達し、1965 年から減少傾向を向かえた。日米間における橋梁年次別建設数の推移の相違は、両国の社会・経済的環境と社会資本整備の達成度の差によるものと推察される。

一方、橋梁の主要建設資材別比率の潮流としては、日米共に R C 橋から鋼橋へ、さらに P C 橋へと重心が移行していることが挙げられる。その要因としては、過去半世紀の間に P C 橋が技術面で R C 橋、鋼橋の領囲にその適用範囲を拡大させたこと、経済性で初期建設費、維持管理費の点で有利となるケースが多くなってきたことが考えられる。

わが国の保有橋梁数（橋長 15m 以上の道路橋）は、約 14 万橋であり、鋼橋 40.7%、R C 橋 19.4%、P C 橋 35.7%、その他 4.2%となっている¹¹⁾。

米国の保有橋梁数は約 59 万橋であり、鋼橋 40.6%、R C 橋 29.7%、P C 橋 20.3%、その他 9.4%となっている¹²⁾。日米の建設資材別橋梁数の比較において、鋼橋が約 40%と同値になっているが P C 橋、R C 橋間で大差が認められる。わが国における P C 橋の増加傾向は、支間 5m～24m 橋梁の標準化および J I S 化への定着が主な要因に挙げられる。

(3) 関連学術・工法協会

関連学術協会としては、わが国において（社）プ

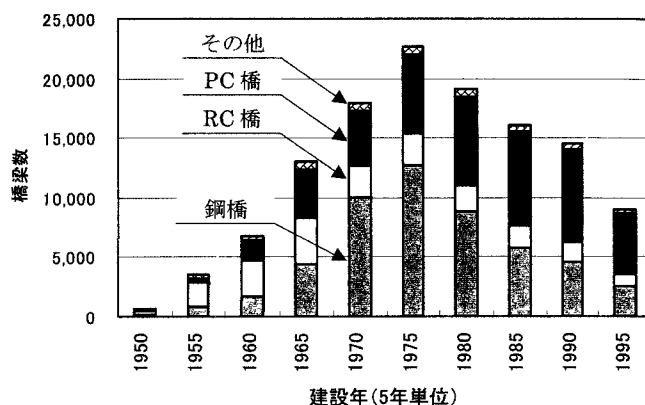


図-5 日本の主要建設資材別橋梁数¹¹⁾

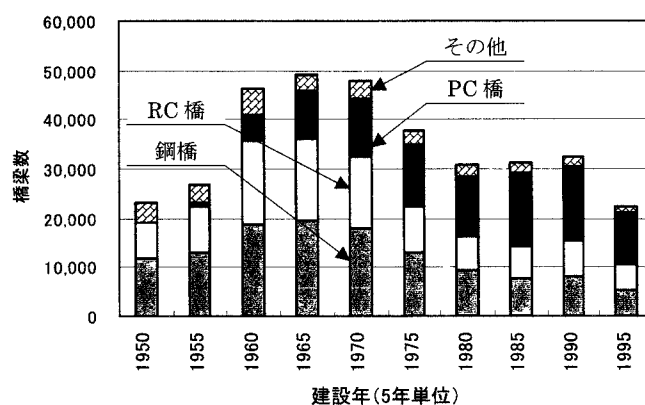


図-6 米国の主要建設資材別橋梁数¹²⁾

レストレストコンクリート技術協会（以下 JPCEA）、米国において PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE（以下 PCI）がある。

協会の目的については、JPCEA が P C 技術に関する全般を対象としているのに対し、PCI がプレキャスト・P C 技術に集約していることが特徴づけられる。

事業内容については、JPCEA、PCI とともに P C 技術に関する調査・研究とその成果の普及であり、類似している。

会員の内訳については、顕著な相違が認められる。わが国の会員数は、正会員が 3,700 名で米国の約 3 倍であるのに対し、法人会員数が 33 社で米国の約 1/10 である。わが国の正会員数が多い要因は、P C 技術に関し技術者個人のエンジニアマインドが高いことを表しているものと思われる。一方、米国の法人会員数が多い要因は、米国における発注者である連邦道路局、州交通局、米国海軍局・陸軍局土木部

等が工場製品における品質管理保証システムとして PCI 認定証を重視していることが、PCI の法人会員としてのインセンティブにあるものと推測される。

関連工法協会としては、わが国において(社)PC建設業協会を柱として定着工法・架設工法に関する協会が数多くあり、米国において POST-TENSIONING INSTITUTE (以下 PTI)、AMERICAN SEGMENTAL BRIDGE INSTITUTE (以下 ASBI) がある。

協会の目的・事業内容については日米で大きく異なっている。わが国の諸協会では、企業の共存志向が強いのにに対し、米国では規準化・標準化などの活動が目立つ点である。

(4) 米国におけるプレキャスト工法の発展経過

米国内においてPC技術は、わが国と同様に過去半世紀間で急速かつ確実に進展してきている。その重要な要因として、部材の標準化(プレキャスト化)が挙げられる。

標準化に伴う部材のプレキャスト化は、PC技術がある程度普及した1960年前後に経済性の観点から発注者(現 FHWA、DOT など)及びPCIの主導で始められた¹³⁾。その結果、設計の簡素化、工期の短期化にもとづく工費削減が可能となった。さらに、部材のプレキャスト化は、工場およびヤードといった整備・管理された環境下での部材製作によって品質の向上にもつながった。

図-7に米国における過去10年間のプレキャスト部材の売上推移¹⁴⁾を示す。この図が示すように年々、着実に米国内のプレキャスト部材の売上は上昇している。

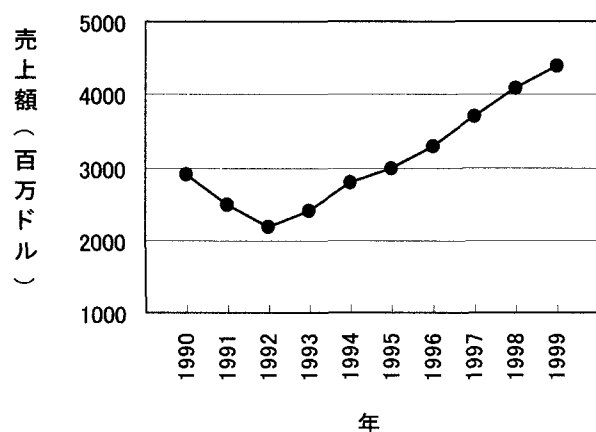


図-7 米国におけるプレキャスト部材売上推移¹⁴⁾

最近では、橋梁の長支間化および急速施工化を主たる目的としたプレキャストセグメント工法が注目されており、PCI と ASBI とが AASHTO の支援を基に、プレキャストセグメントの標準化に関する研究・開発を行っている。

こうした経緯の中で、PCI といった技術協会によるPC技術の普及活動や品質管理システムの確立などは、米国内におけるPC技術の発展に大きく貢献していると言える。

5. 社会的負荷の軽減案

(1) 現行生産システムにおけるプレキャスト工法の位置づけ

近年、土木構造物のプレキャスト化の取り組みが活発化しており、橋梁構造物の上部工(主桁・床版・壁高欄)および下部工、港湾・海洋構造物、地下構造物(シールド・共同溝)、防災施設など、その適用範囲を拡大してきている。

PC構造物におけるプレキャスト工法は、プレキャスト部材とプレキャスト部材あるいはプレキャスト部材と場所打ち部材との間にプレストレスを導入することにより接合面に摩擦力を生じさせて一体化を図る合理的な技法である。プレキャスト工法は、その合理的な技法の裏付けと技術開発のもとに社会・経済的背景を受けつつ、今日まで発展してきている。

昨今の建設事情急変によってPC建設産業においても社会的負荷の軽減が求められており、プレキャスト工法を施工の合理化や高品質化に適合した工法として今まで以上に認識する必要がある。

一方、プレキャスト部材の製造は、市場環境の特性から他の製造業と異なり、生産ラインでの競争原理があまり作用していないなど保守的な面が多く見受けられ合理化が遅れている。

(2) プレキャスト工法と場所打ち工法の比較

PC橋におけるプレキャスト工法は、プレキャストセグメントを架橋位置とは異なる架橋付近のヤードあるいは工場で作製し、運搬・架設して橋梁を構築する工法を総称している。ただし、本研究においては、プレキャスト部材と場所打ち部材とを組合せた場合でも広義のプレキャスト工法と称している。

表－５にプレキャスト工法としてＰＣポストテンション方式３径間Ｔ桁橋を、場所打ち工法としてＰＣポストテンション方式３径間中空床版橋を例に挙げ、それぞれの特徴を労働生産性の向上・環境負荷の減少・ライフサイクルコストの観点から社会的背景、品質確保、設計、施工および経済性などについてプレキャスト工法を基準として定量的に比較した。

プレキャスト工法は、特殊技能者数が比較的少なく施工でき、かつ現場工期が短縮可能である。また標準化および規格化に対応していることから作業の単純化が図れるため労働生産性の向上につながる。

次に現場工期の短縮にともなう騒音等の周辺環境への影響の縮減および型枠に代表される現場資材の大幅な減少によりプレキャスト工法は、場所打ち工

表－５ ＰＣ橋の工法別特徴比較

特徴項目		対応項目	プレキャスト工法	場所打ち工法
			ＰＣポストテンション方式 ３径間Ｔ桁橋	ＰＣポストテンション方式 ３径間中空床橋
社会的背景	①特殊技能者数の比較	R	１５６０人工 (１．０００)	１６５０人工 (１．０５８)
	②周辺住民への配慮 ：現場作業日数、周辺への 工事騒音等の比較	K	１２２日（桁製作工期を除く） (１．０００)	２２９日（主に現場作業） (１．８７７)
	③自然環境へのインパクト ：支保工または吊支保工の 設置期間の比較	K	８０日 (１．０００)	１３５日 (１．６８８)
品質確保	①品質管理 ：コンクリート強度の比較	L	コンクリート強度 $\sigma_{ck}=40\sim50\text{N/mm}^2$ (１．０００)	コンクリート強度 $\sigma_{ck}=35\sim40\text{N/mm}^2$ (０．８０～０．８７５)
	②工場のコンクリートプラント利用 ：時間当り打設量の比較	R	工場製品の場合は、運搬・打設時間が １０分以内／ m^3 、打設量 $30\text{m}^3/\text{h}$ (１．０００)	プラントからの運搬時間 １０～３０分、 打設量 $20\sim30\text{m}^3/\text{h}$ (０．８３３)
	③景観上の色調、仕上げ	K	鋼製型枠を使用 打設作業の時間、養生条件が安定、 天候の影響が少ない	主に木製型枠を使用 打設時間が長い 天候の影響が大きい
設計	①架設後のクリープ 乾燥収縮量	L	主桁架設後のクリープ係数 $\phi_{90}=1.7$ 、 乾燥収縮度 $\varepsilon=16\times10^{-5}$	クリープ係数 $\phi_4=2.6$ 、 乾燥収縮度 $\varepsilon=20\times10^{-5}$
	②鉄筋のかぶり	L	プレキャスト工場製品の場合のかぶり ２５mm	工場製品以外、場所打ち施工の場合の かぶり ３５mm
	③標準化、規格化	R	桁断面形状寸法、桁配置を規格標準化、 支間に対しては桁高により対応	支間、幅員に対して断面形状、 円筒型枠配置等の検討が必要
施工	①工程管理	R	工期２３２日（準備、片付け含む） (１．０００)	工期２２９日（準備、片付け含む） (０．９８７)
	②現場工期の短縮	R	１２２日（桁製作工期を除く） (１．０００)	２２９日（主に現場作業） (１．８７７)
	③現場設備	R	桁製作台、運搬設備、養生設備を完備、 架設機械・設備が必要	支保工上へのポンプ圧送打設、 養生設備が大規模、作業範囲が大
経済性	①総合的な経済性 (消費エネルギー環境コストを含む) ：初期コスト比	L	上部工工事費 １２８,１００ 千円 初期コスト １２８,９９０ 千円 (１．０００)	上部工工事費 １３８,５５０ 千円 初期コスト １４０,４４０ 千円 (１．０８９)

対応項目 R：労働生産性の向上、K：環境負荷の減少、L：ライフサイクルコスト

法に比べて環境負荷の減少が図れる。

またプレキャスト部材は、工場製品もしくは製作ヤードで高い品質管理により製作され、かつ高強度コンクリート等の高品質材料も使用可能であるため、概して高耐久性である。加えてプレキャスト工法は、初期建設コストが架設条件によっては場所打ち工法より比較的安くできることから、ライフサイクルコストの観点からも有利である場合が多い。

(3) プレキャスト工法を推進していくための施策の提案

プレキャスト化を推進していくための施策として以下の5項目が挙げられる。

- ①プレキャスト工法を労働生産性の向上、環境負荷の減少、LCCの縮減に適応性のある工法としてその必然性を認知。
- ②プレキャスト化について発注者、設計者および受注者間のコミュニケーションを研究から施工までの各段階で積極的に図る。
- ③性能規定により設計・製造面での合理化とコスト縮減を図る。
- ④プレキャスト部材の生産体制として、省人化、工場別・品目別生産体制の確立、生産規模の平準化といった合理化の推進。
- ⑤プレキャスト部材の市場流通化（部材が欲しいときに誰でも容易に入手できるようにしておくこと）を規格・標準化が進んでいる「PC橋げた」の製造段階からまず実現を図る。

6. まとめ

本研究では、PC建設産業が中長期的に健全に発展していくための重点施策として、社会的負荷の軽減を目標とした労働生産性の向上、環境負荷の減少、LCCの縮減といった3項目を提示した。

労働生産性の向上については、生産システムの改善を図っていくことであり、建設現場から定置工場へ、すなわち分散型生産から集約型生産への転換といった施策が最も重要と考えた。

環境負荷の減少については、本来、全LCCに及ぶ検討が必要であるがここではPC橋上部工の建設時に焦点を絞って消費エネルギー量、住民への配慮、自然環境へのインパクトなどを検討した結果、現地

での作業を極力少なくする工法の選定が必要と考えた。

LCC縮減については、環境コストも新たに付加してPC橋の上部工の施工法別LCCを試算した結果、プレキャスト工法が初期建設コスト、環境アセスメントおよびLCCにおいて有利となった。

また米国のPC技術の進展について生産システム、市場、関連学術・工法協会を分析した結果、プレキャスト工法との相関が強いことが認められた。

以上の検討結果により、PC建設業が発展していくためのキーワードとして「プレキャスト化の推進」を提案した。

【参考文献】

- 1) 深山清六、平澤冷：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、研究・技術計画学会 第16回年次学術大会講演要旨集、pp.197-200、2001年
- 2) (社)プレストレストコンクリート建設業協会：PRESTRESSED CONCRETE YEAR BOOK、2000年
- 3) (社)プレストレストコンクリート建設業協会：PRESTRESSED CONCRETE YEAR BOOK、2001年
- 4) 建設省道路局：道路統計年報、2000年10月
- 5) 大蔵省財政金融研究所：法人企業統計年報集欄、1998年3月
- 6) 大蔵省（財務省）印刷局：有価証券報告書総覧、平成7～13年
- 7) 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
- 8) 西川和廣：ライフサイクルコストを最小にするミニマムメンテナンス橋の提案、橋梁と基礎、8月号第31巻第8号、pp.64-72、1997年8月
- 9) 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
- 10) 深山清六、中村定明、箕谷一範：プレストレストコンクリート建設産業におけるマネジメ

ントシステムの日米比較と一考察、土木学会、
第 19 回建設マネジメント問題に関する研究
発表・討論会 講演集、pp131-134、2001 年

1 1) 鈴木克宗:橋梁点検の意義と維持管理の現況、
橋梁点検技術研修テキスト (財) 道路保全技
術センター、1999 年 6 月

1 2) John M. Hooks 、James Cooper : FEDERAL
SPONSORSHIP OF INNOVATIVE BRIDGE
PROGRAMS、U.S. Department of Transportation ・
Federal Highway Administration、Proceedings –

Steel Bridge Design and Construction for the
New Millennium with emphasis on High
Performance Steel、pp22-34、2000 年

1 3) Basile G. Rabbat、Shri B. Bhide : Evolution of
Prestressed Concrete Bridges in the United States、
National Bridge Research Organization、Bridge
Talk、pp3-4、1999 年 11 月

1 4) PRECAST/PRESTRESSED CONCRETE INSTITUTE
(PCI) : INSTITUTE ADMINISTRATION、PCI
NEWS、pp18-19、2000 年

A Study on Effectiveness of Pre-cast Method Based on Industrial Property Analysis of Prestressed Concrete Industry

By Kiyoroku FUKAYAMA, Kazunori MINOTANI, Jun YAMAZAKI, Ryo HIRASAWA

The Prestressed Concrete (PC) construction industry has grown in parallel with the development of social infrastructure and PC technology over the past half a century, producing sales of 500 billion yen per year. However, nowadays, the construction market has been exposed to a reduction trend due to rapid change of the social and economic condition. Therefore, in order to develop the PC construction industry in the mid- and long-term prospect, a significant issue is how PC will attain structural material superiority over steel and reinforced concrete. As a measure, improvement in labor productivity, reduction in environmental impact, and reduction in the life-cycle cost are considered.

This report proposes the promotion of precast method based on the understanding of the current PC construction industry, the favorable comparison of the construction method to others by each indicator, and the investigation of the production system in both Japan and the U.S.