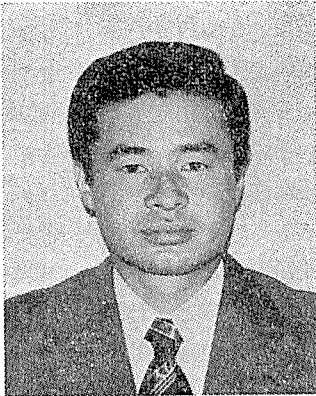


## コンクリート橋の発展と 今後の展望

成 井 信  
上 阪 康 雄



Shin NARUI

本州四国連絡橋公団第2建設局坂出  
工事事務所第5工事長代理, Dr.-Ing.



Yasuo KŌSAKA

新構造技術(株)設計部主任研究員 Dipl.-Ing.

### 1. コンクリート橋の発展

橋は土木工学において最も人の目に触れやすい構造物であり、時代または国の技術水準を示す一つの指標ともなり得る。橋の歴史は紀元前にまでさかのぼるが、コンクリート橋自体の歴史は浅く、1900年頃になってから、石積みの代用としてのアーチ橋に始まるにすぎない。鉄筋コンクリートは最初は床版に用いられていたが、やがてアーチリブにも使用されるようになった。RCアーチ橋として1932年に完成したフレッシュナーの設計になる大西洋に近いエロルン川プルガステル橋は支間長186mを有するもので、1940年に支間長260mのサンド橋(スウェーデン)が架けられるまで、コンクリート橋の最大支間長を誇っていた。1930年代の桁橋はせいぜい支間長40m程度にすぎなかったが、特筆すべき橋としてはブラジルのリオ・ペイヘ橋(支間長68.5m)があげられる。1930年、フィンスターヴェルダーはスイスバーゼルのドライローゼン橋に吊床版橋の考えを発表したが、採用にはならなかった。

最初のPC橋としては1936年に完成したディッシンガーの手になるアウエ川橋がある。この橋の桁はRCとして配筋され、補助具としてアウトサイドケーブルにより $20\text{ kg/cm}^2$ のプレストレスが与えられていたが、大きなプレストレス損失により満足できる挙動は得られなかった。これに対し当初からコンクリートに引張を許さないRCとは全く異質のコンクリート、フルプレストレスを主張していたフレッシュナーは、1941年にマルヌ川ルーザンシー橋(支間長55m)を設計した。戦争のためこの橋の完成は1946年まで持ち越されたが、この橋が今日のPC橋の礎となったのである。PC橋はその後フィンスターヴェルダーが考案した張出し架設工法とともに大いに発展し、1952年にはライン川にヴォルムス橋(中央径間長114.2m)、1964年には同じライン川に中央径間長208mを有するベンドルフ橋が完成した。最大支間を300mに伸ばしたのはPC斜張橋であり、1977年にはミュラーの設計によるプロトヌ橋(中央径間長320m)が完成しており、現在スペインではカサドの設計による中央径間長440mに及ぶルナ橋の建設が進められている。

コンクリート橋は近年に至り、材料、構造解析、施工機械等の進歩により急速な発展を遂げたわけであるが、チューリッヒ工科大学のメン教授は50年前の橋と最近の橋についての興味深い比較を行っている。その例として、1930年マイヤールによって設計されたRCアーチ橋サルギナトーベル橋(支間長94m, 写真-1)と、1979年に完成したPC連続桁橋フェジア橋(最大支間

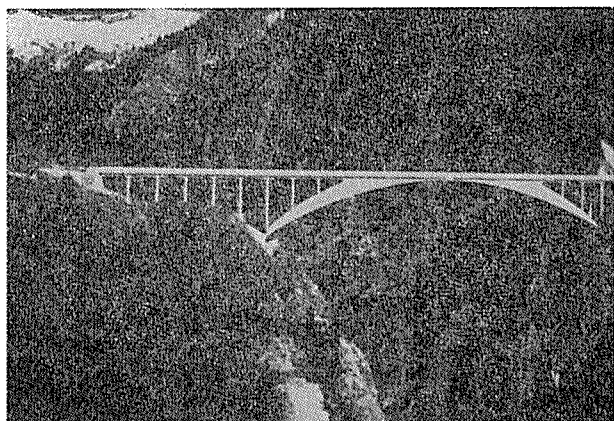


写真-1 Salginatobel 橋 (Menn 教授提供)

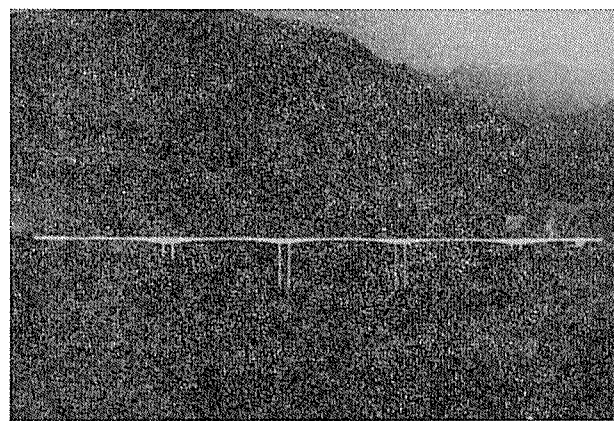


写真-2 Fégire 橋 (Menn 教授提供)

表-1

サルギナトール橋	フ ェ ジ ア 橋
コンクリート 1.05 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	コンクリート 0.90 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
鉄 筋 103 kg/m <sup>2</sup>	鉄 筋 80 kg/m <sup>2</sup>
(型 枠 9.2 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )	P C 鋼材 22.5 kg/m <sup>2</sup>
	(型 枠 3.9 m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )

長100 m, 写真-2) である。サルギナトール橋は小さな村への連絡橋であり、質素な橋として設計され、またフェジァ橋は競争設計による橋であり、建設費はコストミニマムである必要があった。ただし前者が幅員 3.9 mであったのに対し、後者は幅員 20.7 m を有するものであった。橋面積当りに対する前者の上部工とアーチ、後者の上部工と橋脚での使用材料は表-1 に示すようなものであった。この表より 50 年前の支間 100 m の橋における使用数量は、今日の橋とあまり変化していないのがわかる。これにひきかえ作業時間についてみるとサルギナトール橋では 1 m<sup>2</sup> 当り 44 時間を要しているのに対し、フェジァ橋では 1 m<sup>2</sup> 当り 9 時間にすぎない。しかしながら労務費と材料費の比がサルギナトール橋では 43 : 57, フェジァ橋では 40 : 60 とほぼ 2 : 3 の比に落ちついているのは興味深い問題であり、メンは将来もこの比は一定であろうと予測している。今後のコンクリート橋の発展に与える要素としては材料、設計、施工に関していろいろなのが考えられるが、以下設計者の立場からこの問題について考察してみる。

## 2. パーシャルプレストレス

1980 年、ルーマニア、ブカレストでの FIP 会議以後、世界の PC 技術者の関心はパーシャルプレストレス、すなわち三種 PC に向けられている。もともとこの概念はディッシンガー等フレシネーを除いた PC の先駆者たちが持っていたものであり、アベレスはすでに 1948 年、この概念による支間長 15 m 程度の英国鉄道橋を数橋完

成させている。また我が国においても北大横道教授は、全く独自に 1966 年北海道上姫川橋においてこの概念をコンクリート橋に応用した。にもかかわらずこの設計思想が今日まで採用されなかったのは、フルプレストレスの急速な発展があったからだと言える。

しかしながら、PC 橋の損傷に対する種々の調査、より合理的な施工方法の検討、および各国で実施されているパーシャルプレストレスによる供試体実験を通してフルプレストレスによる PC 橋の欠点が明らかにされてきた。パーシャルプレストレスが注目される理由として、本来引張を生じさせないはずのフルプレストレスによる PC 橋にひびわれ損傷がみられるという事実である。すなわち実際には設計上予期しなかった拘束力などによって引張応力が生じているためである<sup>2)</sup>。この引張りに対し PC 鋼材を増やすことは適当でない。なぜなら拘束力はひびわれとともに大きく減少してしまうものであり、塑性ヒンジ理論によれば、この拘束力は構造耐力にはあまり重要ではないからである。しかしながら、このひびわれ幅を制御することは重要であり、今日この問題は鉄筋を配置することによって殆ど解消されている。またフルプレストレスとは言え、それは使用荷重時においてのことであり、何らかの過大荷重が作用すれば引張応力が生じ、付着性能の劣るポストテンション工法の場合、鉄筋の少ない PC 桁のひびわれ後の挙動はじん性のある RC 桁におよばないことになってしまう。チューリッヒ工科大学のチューリマン教授は鋼構造解析で用いられていた塑性ヒンジ理論をコンクリート構造に応用し、鉄筋と PC 鋼材とを併用したパーシャルプレストレスの供試体について系統的な実験を行った最初の人であり、彼は、終局荷重付近での PC 桁の特性を付着性能の良い鉄筋で改善できると確信していたからにはほかならない。この実験については文献 3) に述べられている。

スイスで 1968 年、パーシャルプレストレスが承認さ

れたのは、チューリマンをはじめシュナイダー、バツマンそれに BBRV 工法の開発者の1人であるビルケンマイヤーらの努力に負うところが大きい。彼らは当初パーシャルプレストレスの適用範囲として支間の比較的短い中小規模橋梁や横桁それに建築構造物の版や梁を対象に考えていたにすぎなかった。特に曲げモーメントの正負が荷重状態に応じて変化する床版や、横桁にパーシャルプレストレスを与えモーメントの山付近を鉄筋で補強する方法が有利であるのは明らかであるが、その後パーシャルプレストレスによる多くのコンクリート橋を設計したスイスの技術者たちはパーシャルプレストレスの有利性が上述の適用範囲にとどまらず、長大橋の場合にもパーシャルプレストレスが有利であることを認識している。このことは最近スイスで建設されている殆どすべてのコンクリート橋がパーシャルプレストレスによっていることをみても明らかである。重要なのはこれが単に経済的理由のみによるものではなく、終局荷重付近における構造物のじん性を期待しているからにほかならない。この分野における資料収集は、実験の乏しい我が国では急務を要する問題である。またパーシャルプレストレスは構造物の使用性能をも改善する。これについてはレオンハルトの FIP レポート<sup>4)</sup>を参照されたい。レオンハルトはパスコーケネヴィック PC 斜張橋<sup>5)</sup>においてアメリカでは異例の三種 PC 設計を行っている(写真-3)。

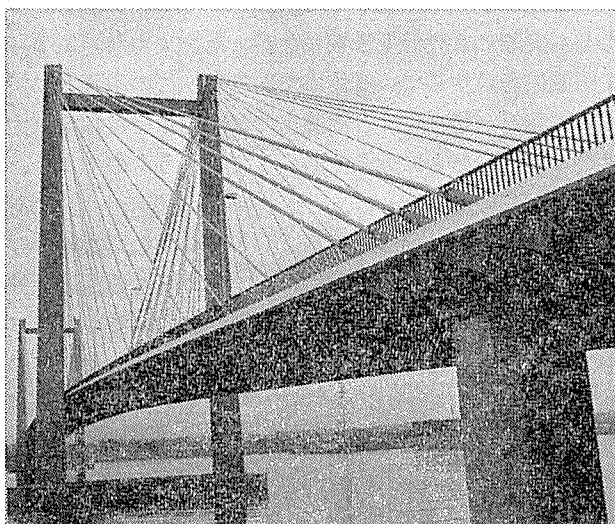


写真-3 Pasco-Kennewick 橋

パーシャルプレストレスは RC と PC の中間的存在であるので、構造物にどの程度のプレストレス力を与えるかを示す方法として、プレストレス導入レベル  $\alpha$  が定義されている。

$$\alpha = \frac{\text{デコンプレッションモーメント}}{\text{最大使用荷重によるモーメント}} = \frac{M_D}{\max M_{g+p}}$$

スイス規格 SIA 162(1968) では死荷重時に引張応力が生ずることは許されていなかったが、新しい SIA 162 案(1981) ではこの制限を削除し、パーシャルプレストレスの適用を大きく広げている。先の規格では PC 鋼材内の応力増加も  $15 \text{ kg/cm}^2$  以下に制限していたが、今後スイスでは鉄筋間隔に応じて  $28 \sim 9 \text{ kg/cm}^2$  の鋼材内応力増加が許され、同一断面でのコンクリート圧縮応力度には制限がない(図-1)<sup>6)</sup>。この新しい規格の基本は次の考え方に基づくものである。

“プレストレスされた構造物が持続荷重を受ける場合の、適度に分布したヘアークラックは一般には不利とはならない”。

RC の基本からして上記の考え方は当然のことであるが、我が国でこの当然の考え方が採用されるのはまだ遠い先のことであろうか。とは言え試験的な支間 30 m 程度の橋は我が国でも国鉄、日本道路公団などではすでに計画が進められている。

レオンハルトは最も経済的なプレストレス導入レベルとして  $\alpha=0.4 \sim 0.6$  をあげているが<sup>7)</sup>、これは通常スパン中央または連続桁の中間支点上で決まるものであり、 $\alpha$  値は各断面で異なる。パーシャルプレストレスの本質的な意味からすればレオンハルトらが推奨する form-true プレストレスまたはアメリカのリンらによる load-balancing プレストレスが  $\alpha$  を決定する最適の方法ではないと思われる。これは死荷重または頻度の多い活荷重重荷時にたわみ変形をゼロに抑えるものであり、RC では正のたわみが避けられず、PC では負のたわみ(キャンバー)が避けられなかったのを思うとき、このような方法が今後の橋梁設計の理想像として筆者の目に映るのである。

### 3. 限界状態設計法と極限解析

我が国のコンクリート橋設計は、現在弾性理論を基に

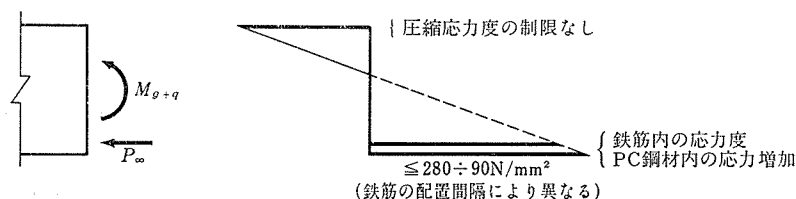


図-1 Draft Code SIA 162 (1981) による RC もしくは PC 断面

した許容応力度法に頼っているが、CEB/FIP 国際指針(1978), BS 5400 Part 4 (1978) に採用された限界状態設計法に対する関心はとみに高まっており、土木学会においては 1986 年のコンクリート標準示方書改訂ではこの採用を企画している。各機関においてもこの設計法についての調査、検討は着々と進められており、道路橋示方書への適用は単に時間の問題であろう。

ここで重要なことは使用限界状態におけるひびわれ幅制限の問題であり、CEB/FIP では許容ひびわれ幅を環境条件、使用条件に応じて表-2<sup>9)</sup> のように3つのカテゴリーに分類している。過去に用いられていた PC I 種、II 種、III 種は概念は削除され、a, b の場合には使用限界状態の諸規準が確保されれば、終局限界引張力は鉄筋と PC 鋼材の和によれば良い。すなわちプレストレス導入レベルの選択は設計者の自由である。

表-2 CEB/FIP 国際指針に基づく FIP 設計要領(案) 1982 による耐久性のための必要条件

環境条件	プレレストコンクリート	鉄筋コンクリート
a) 緩やか	$w \leq 0.2 \text{ mm}$	$w \leq 0.4 \text{ mm}$
b) 普通	$w \leq 0.1 \text{ mm}$	$w \leq 0.2 \text{ mm}$
c) 厳しい	ひびわれ無し	$w \leq 0.1 \text{ mm}$

c の場合には、これまでどおりフルプレストレスが必要であるが、PC 橋の損傷問題について調査したレオンハルトらは、一般の橋梁において使用荷重時にひびわれ幅が 0.2~0.3 mm に制限されていれば腐食その他の問題は生じないことを強調している。すなわち、特に侵食性の強い湿気が充満している場所以外では、条件 c は必要でないということである。ひびわれ幅の算定式として角田、Beeby らの方法が知られているが、構造細目の決定によるだけで必要なひびわれ幅を維持できることは今日良く知られていることである。

ひびわれとともに設計者にとって重要であるのは構造物の変形性状の把握であり、この問題に対して我が国では RC 分野の研究は多いが、ひびわれ後、破壊に至るまでのプレストレス導入レベルをパラメーターとした研究は皆無である。若干のプレストレスを与えることが構造特性にとって RC に比べていかに有利であるかは PC 技術者なら常識的に判断できるであろう。

曲げ作用を受ける桁の変形は、ひびわれ後の曲げ剛性 EI の変化を知ることにより大まかには把握できる。弾性域においてせん断剛性 GI の影響はわずかであるが、ひびわれ領域における低下したせん断剛性の影響は大きく、レオンハルト<sup>9)</sup>はこの影響度を図-2 により示している。我が国においてもせん断剛性の非線形性状は東大岡村教授らの研究<sup>10)</sup>によってその大要がとらえられている。ただしこれらの研究はすべて付着性能の良い RC の場合についてであり、これを PC に応用する場合には付着性能を RC に類似させることが必要であり、これは一般に良く用いられている棒部材でのモーメント-曲率関係にも言えることである。鉄筋の少ない PC 桁においては、ある断面でのひずみ分布は直線ではなく、圧縮側で大きく折れ曲がるので(文献 2)の図-4 参照)、これを正しくとらえるためには付着性能の良いパーシャルプレストレスの方が都合が良いことになる。

終局限界荷重を今までのように弾性計算で求めるのは終局荷重付近でのコンクリート挙動に未知の要素が多かったからであるが、今後終局限界状態の検討は塑性ヒンジ理論もしくは材料、ひびわれの非線形性状を考慮した極限解析へと移行していく必要がある。

静定構造物では鋼材が 1 か所で降伏したり、またはコンクリートの圧縮応力度が圧縮強度に達したとき、構造物は崩壊してしまうが、不静定構造物の場合には過大な

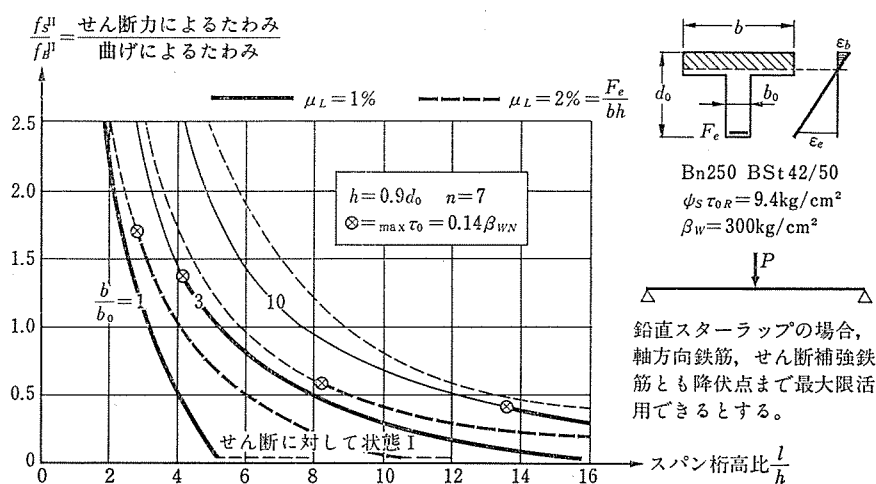


図-2 T 桁スパン中央のせん断力によるたわみおよび曲げによるたわみの比とスパン桁高比との関係

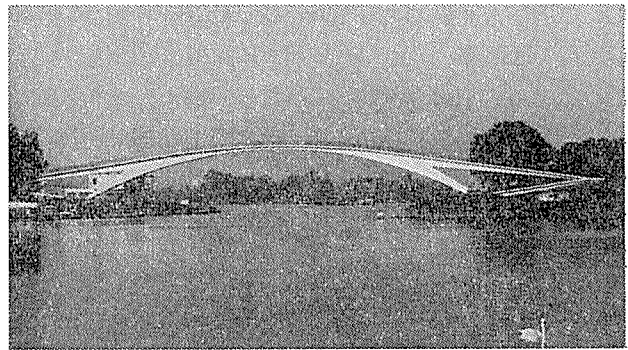
作用力を受ける領域の部材内力の一部はなお余裕を残し、その周辺部へ再分配される。すなわちこの場合クリティカルな箇所に塑性変形が生じることによって力の再分配が喚起され、構造物全体の耐力はなおも維持される。この静定構造に対する不静定構造物の大きな利点は現在の設計法では考慮されておらず、これを利用できないという矛盾がある。しかしながら今後、設計者が塑性ヒンジ理論などの極限解析の知識を持つことは地震または過大荷重が作用したときの構造物の安全性を高め、損傷を軽減する意味で重要である。また正にこの点に関して付着の悪いフルプレストレスによるポストテンションング桁の欠点が暴露され、パーシャルプレストレスの有意性が明白となる。塑性回転能に関しても十分な鉄筋の配置は不可欠であり、また逆にモーメントの山付近での鋼材量は塑性ヒンジを考えた場合減らすことができる。

極限解析という難しいということで敬遠されがちであるが、今やマイクロコンピューターでこの問題を解決できる時代である<sup>10)</sup>。また曲げ剛性やせん断剛性、ねじり剛性の低下の割合については種々の断面、鋼材比について図表を用いて設計するための準備が CEB/FIP を中心に進められている。各自が設計する構造物の安全性の程度（現設計法の安全率は、真の安全率を示すものではない）を認識し、橋梁の果たす社会的役割を考えるなら、上述の新しい設計法の導入は遅すぎる気がしてならない。

#### 4. 軽量コンクリート

軽量コンクリートはもともとプレキャスト桁の重量を減らし、輸送を容易にする目的でアメリカにおいて開発されたものであるが、軽量コンクリートによる注目すべきコンクリート橋は西ドイツにおいて建設されている。スパンの長いコンクリート橋においてコンクリート自重の占める割合は鋼構造にとっても及ばないが、スパンを長くするために、この比重を下げることがコンクリート橋材料を考えるうえで最重視すべき問題であると思われる。

軽量コンクリートは通常粗骨材として高炉スラグを用い、内部空隙率が高く、表面は密であることが条件である。その比重はそれゆえ粗骨材の大きさにより決定され、これが大きくなると比重は小さくなるが強度は低下する。粗骨材の形状は球状とするのが最も有利なようである。細骨材としては従来どおり砂が用いられる。問題は軽量コンクリートの場合、弾性係数が低いので変形量が増えることにある。西ドイツのヴィースバーデンにある軽量 PC 橋は LB 30 すなわち  $\sigma_{ck}=250 \text{ kg/cm}^2$  程度に設計された 100 m のアーチ橋であり、このうち中央



写真—4 Wiesbaden-Schierstein 橋 (Wittfoht 氏提供)

表—3 コンクリート配合表

強度クラス	B55	LB45
セメントの種類	HOZ 45 L	HOZ 45 L
セメントの量	400 kg/m <sup>3</sup>	400 kg/m <sup>3</sup>
砂 0/2	494 kg/m <sup>3</sup>	497 kg/m <sup>3</sup>
普通骨材 2/8	176 kg/m <sup>3</sup>	83 kg/m <sup>3</sup>
” 8/16	530 kg/m <sup>3</sup>	—
” 16/32	565 kg/m <sup>3</sup>	—
人工軽量骨材 8 4/8	—	240 kg/m <sup>3</sup>
” 8 8/16	—	383 kg/m <sup>3</sup>
粉 灰	50 kg/m <sup>3</sup>	50 kg/m <sup>3</sup>
水	172 kg/m <sup>3</sup>	170 kg/m <sup>3</sup>
混和剤 VZ	0.4~0.6%	0.3~0.5%
” BV	1.0~1.6%	1.0~1.6%
水セメント比	0.43	0.43
弱材令コンクリートの比重	2.38~2.42	1.88~1.93
硬化したコンクリートの比重	—	1.71~1.78

表—4 立方体圧縮強度  $\beta_{W200}$  (N/mm<sup>2</sup>)

強度クラス	B55		LB45
コンクリート材令	28日	56日	28日
立方体平均圧縮強度 $\beta_{W200}$	69.3	72.8	73.3
標準偏差	7.5	7.6	4.7
確率密度関数 5% 値の強度	57.0	60.4	65.6
最小圧縮強度	52.0	57.5	60.5
最大圧縮強度	92.5	92.5	83.5
供試体数	191	127	38

部 65 m に軽量コンクリートが用いられた。この軽量コンクリートの比重は鋼材を含めて 1.7 t/m<sup>3</sup> であり、弾性係数  $E=170\,000 \text{ kg/cm}^2$ 、立方体圧縮強度  $390 \text{ kg/cm}^2$  であった。全橋にわたり白セメントが使用され、写真—4 に示すように優美な姿を水面に映している<sup>11)</sup>。

最近の軽量コンクリートの利用としてはライン川のケルンドイツ橋があり、中央径間長 184.45 m のうち 61.6 m が LB 45 すなわち  $\sigma_{ck}=400 \text{ kg/cm}^2$  の軽量コンクリートにより張出し架設されている<sup>12)</sup>。この使用による支点モーメントは死荷重時に約 8% 低減され、その分プレストレス量も低減された。また、中間橋脚での死荷重時の支承反力の低減は約 2% であった。この軽量コンクリート部分においては、150 ton 級の PC ケーブルの定着がダムシュタット工科大学において検討され、良好

な結果を得ている。今後のコンクリート橋発展にとって重要であるのは、この橋において普通コンクリート並みの圧縮強度が得られたこと、張出し架設に何ら問題がなかったこと、鋼材量を低減させることで軽量骨材によるコスト高を十分補えること、粗骨材以外普通コンクリートと同じ材料を使用することで普通コンクリートと同じ色および表面組織が得られたことなどである。これらコンクリートの配合表と圧縮強度を表-3, 4 に示す。

材料関係では、このほか錆びない PC 鋼材としてガラス繊維を主材料とする新しいプレストレス材が開発され、すでにデュッセルドルフ市の歩道橋に応用されている。また強力な接着材の開発はプレキャストブロック工法において今後の発展のために重要な課題である。

### 5. コンクリート橋の保守点検

アメリカでは橋梁の損傷があたかもアメリカ政府の赤字財政を反映するかのように重々しいニュースとして伝わってくるが、日本においても同じような損傷例はすでに方々において発生している。こういった損傷を防ぐために設計施工方法を改善することは言うまでもないが、橋梁の規模と社会的重要度に応じた点検が組織的に行わ

れる必要があり、西ドイツ\* では表-5, 6 のような要領で鋼橋、コンクリート橋を対象に保守のための示方書が作成された<sup>13)</sup>。

また、この点検作業用として西ドイツでは橋面上のトラックよりアームを下におろし橋梁側面を点検したり、またさらにアームを伸ばして橋梁下面を点検できる特殊作業車が開発されている。我が国においてコンクリート橋下面の点検が支保工を組む以外に考えられない現状を思うとき、こうした特殊作業車の開発は今後のコンクリート橋発展と安全にとって重要である。さらに西ドイツでは土木工学講座の中に橋梁保守を主目的とした講義が準備され、保守専門技術者の養成が検討されている。設計技術者も今後保守の知識を持つことは橋の耐用年数をとらえるうえで不可欠である。

### 6. ま と め

コンクリート橋の発展に関して、将来設計の立場から是非検討したい項目としてパーシャルプレストレス、限界状態設計法と極限解析、軽量コンクリート、それに保守点検について述べた。これ以外にも検討項目は種々あるであろうが、これらに関し今後我が国の橋梁技術者が何らかの反応を示し、独自の解決法を見出すことを望みたい。最後にヨーロッパのコンクリート橋発展を可能とした大きな原動力が競争設計にあることを指摘したい。競争設計により発注者側も受注者側も新しい発想を強いられることとなり技術が進歩する。既存の方法によることは設計者にとって楽な方法であるが、進歩のないところには崩壊しかねないことは歴史が教えてくれている。本文が今後のコンクリート橋発展の一助になれば幸いである。

### 参 考 文 献

- 1) Menn, C. : Stahlbeton-Brückenbau der letzten 50 Jahre, IABSE Symposium Report, Zürich, 1979
- 2) 成井, 上阪, 小川 : PC 橋の損傷と補修及び今後の対応策, 橋梁と基礎 (昭 57. 5, 6)
- 3) 池田, 多久和, 成井, 上阪 : パーシャルプレストレスングによる PC 橋の紹介, 橋梁と基礎 (昭 56. 10, 11)
- 4) Leonhardt, F. : Partial Prestressing improves Serviceability, Symposium on Partial Prestressing, Part 1, FIP, Romania, 9/1980, 成井訳, プレストレストコンクリート (昭 56. 3)
- 5) Leonhardt, Zellner, Svensson : Die Spannbeton-Schrägelbrücke über den Columbia River zwischen

\* 西ドイツの場合、PC 橋のうちでかなりの補修を必要とする橋は全橋の 0.2%, 大きなひびわれのためにグラウト注入等を必要とする橋は 2% 程度との報告がある。これら損傷の原因は主として設計の誤り (計算間違い, 不適切な構造細目) であり、設計法の改善で防げるとしている。ひびわれは主として温度差と溶解塩による鉄筋の腐食によるものである。

表-5 DIN 1076 (案) 1981 による道路用構造物の点検と定期検査回数

第5条 構造物の点検	
5.1 観 察	一般に3か月毎
5.2 点 検	1年毎
第6条 構造物の定期検査	
6.1 簡単な定期検査	3年毎
6.2 大規模な定期検査	6年毎
6.3 緊急時の定期検査	場合に応じて
6.4 機械, 電気装置の検査	該当示方書による

表-6 DIN 1076 (案) 1981 による大規模な定期検査の内容抜粋

基礎構造物	1)沈下量, 2)水などによる間隙
コンクリート構造物	1)ひびわれ・空隙・水もれ, 2)かぶり・露出した鋼材, 3)PC鋼材に平行に生じたはく離およびひびわれ, 4)コンクリートの中性化深さ
鋼 構 造 物	1)ひびわれ・座屈・変形, 2)溶接部・継手部, 3)ボルト・リベット, 4)腐食, 特にケーブル・ロープ・吊り材, 5)固定型点検用装置 (検査台・階段・梯子等), 6)移動型点検用装置 (ステージ)
支承・伸縮装置・ヒンジ構造	1)移動性・水密性, 2)清浄性・腐食・変形・アンカ一部, 3)所定の配置
防水層・舗装・排水	1)水もれ位置, 2)盲目地, 3)ひびわれ・プリスタリング・空隙部・圧壊部, 4)地覆版・緑石・集水ますのふた, 5)集水ます・排水路
電らん・ガス管	1)ガス・水・石油・電らん管, 2)固定装置・排気口
測 量 ・ 検 査	1)固定点・測定点, 2)断面形状寸法, 3)移動量・傾斜角・構造物のたわみ, 4)構造物の中心線位置

- Pasco u. Kennewick, Beton-u. Stahlbetonbau, 1980/2,3,4, 成井訳: コロンビア川にかかる Pasco-Kennewick PC 斜張橋, 橋梁 1980/8,9,10
- 6) Bachmann, H.: From full to partial prestressing, Prestressed Concrete of Switzerland, 9. FIP-Congress 1982
- 7) Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau, 5. Teil, Spannbeton, 成井, 上阪, 本間訳, レオンハルト講義録, 第5巻, プレストレストコンクリート, 1983年出版予定
- 8) FIP Recommendations on Practical Design, Draft 1982/6
- 9) Leonhardt, F.: Vorlesungen über Massivbau, 4. Teil, Nachweis der Gebrauchsfähigkeit, 成井, 上阪, 石原訳, レオンハルト講義録, 第4巻, コンクリート構造の限界状態と変形, 1983年出版予定
- 10) Niwa, Maekawa, Okamura: Non-linear Finite Elements Analysis of Deep Beams, IABSE Colloquium-Delft 1981/6
- 11) Wittfoht, H.: Triumph der Spannweiten, Beton-Verlag, Düsseldorf, 1972
- 12) Knop, Urban: Neue, frei vorgebaute Spannbetonbrücken über den Rhein in Köln-Deutz, Beton-und Stahlbetonbau 1980/7, 成井, 上阪訳: PC 技術の限界に挑戦した橋—Köln-Deutz 橋, プレストレストコンクリート, 1981/5
- 13) Standfuss, F.: Die Erhaltung von Strassenbrücken, Beton-und Stahlbetonbau 1981/11

◀刊行物案内▶

## PC による構造物の補強と PC 構造物の設計・施工

本書は第9回 PC 技術講習会のためのテキストとして編纂したもので、その内容はプレストレスによるコンクリート構造物の補強または補剛、さらに補修について土木、建築構造物双方の実例を挙げて説明されている。その他、最近、長大化スパンに伴い最も多く採用されているカンチレバー工法による PC 橋の設計・施工について、国内はもちろん、諸外国の実例を示し、片持架設される橋梁形式の PC 桁橋、PC 斜張橋、コンクリートアーチ橋、PC トラス橋について、幅広く詳細な施工要領が示されている。また巻頭には 1980 年 9 月ルーマニア国ブカレストにおいて行われた FIP シンポジウムの報告として、世界におけるプレストレストコンクリート概念について詳述されている。

内容は大きく 3 項目に分かれているが、非常に中味の濃い、PC 技術者にとっては必携の図書としてお勧めいたします。ご希望の方は代金を添えてプレストレストコンクリート技術協会宛お申し込みください。

- 体 裁: A4判 131 頁
- 定 価: 3,500 円 送 料: 450 円
- 内 容: (A) プレストレストコンクリート概念の世界の現況, FIP パーシャルプレストレッシングに関するシンポジウム (ブカレスト) 総括報告, パーシャルプレストレッシングの利点と定義, 設計法および設計諸規準, 実験的研究, 適用例。(B)-1 建築構造物の補修と補強, まえがき, 床スラブのひびわれ, たわみ障害と補修, プレストレスによる曲げ耐荷能力の増大, せん断ひびわれの補修, 地震被害を受けた建築構造物の補修, 結言。(B)-2 PCによる構造物の補強の実例 (道路橋編), 概論, コンクリート構造物に発生する欠陥, ひびわれに関する調査, 補修工法, プレストレスによる補修, プレストレスによる補強例。(B)-3 PC 鉄道橋の補修・補強, 補修・補強の概念, 構造物の検査, PC 鉄道橋の補修・補強の研究の概要, 補修事例。(C) カンチレバー工法による PC 橋の設計・施工について, 概要, 現場打ち工法, プレキャストブロック工法, 斜張橋, アーチ橋, PC トラス橋, 設計, 安全性, 断面力, 上げ越し計算, 施工。