

## 海外技術協力の立場から

——ビルマ橋梁技術訓練センターの近況報告を兼ねて——

今 村 浩 三\*

### 1. はじめに

我々は日本を発つ前に、「外地でのお仕事、御苦労様ですね。ところで、どんな橋を架けるのですか。」という質問をよく受けた。それに対しては「私たちが橋を架けるのではなく、ビルマの人に橋の架け方を教えるのが目的です。橋の建設を実施訓練として行った結果として、橋が架かるのですよ」と御説明してきた。納得していただけたかどうかはよくわからないが、このセンターについては、雑誌「道路」1980年1月号に紹介したので、御存知の方もいらっしゃるかと思う。

我々下記6名の技術者は、情熱と期待、そして一抹の不安を抱いて国際協力事業団(JICA)派遣のコロンボプラン専門家として、このプロジェクトのために1979年12月から80年4月にかけて、ラングーンに赴任した。

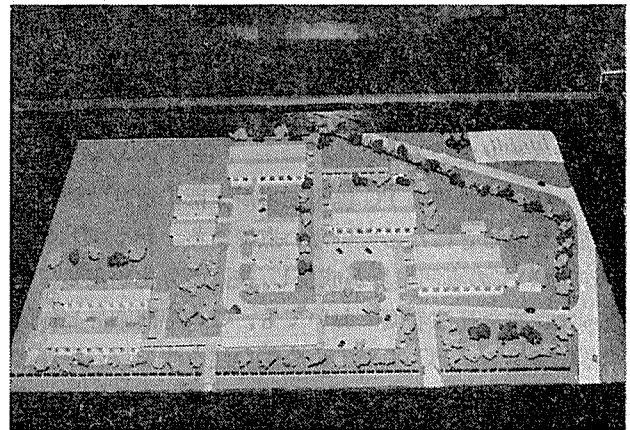
チームリーダー	今村浩三	日本道路公団
コンクリート工学	朝倉肇	建設省
コンクリート工学	一俣久允	首都高速道路公団
構造工学	小野隆義	(株)千代田コンサルタント
橋梁基礎工学	松本康照	鹿島建設(株)
橋梁基礎工学	池田正和	住友建設(株)
コーディネーター	村田隆一	国際協力事業団

我々全員が、海外での仕事、生活を初めて経験するものばかりで、とりわけ、開発途上国での技術協力という立場については素人ばかりである。センター内訓練はすでに始まったが、実地訓練として行う橋の建設は、まだ、机上の準備段階である。この1年弱の当地での経験から感じたことについて、プロジェクトの紹介と併せて述べ、今後、皆さまがPC技術をもって海外に進出される参考になればと思います。

### 2. 訓練センターの概要

#### 2.1 訓練センター設立の背景

ビルマは、インドシナ半島の最西部、アラカン山脈の東方に位置する南北に長い国で、南北の延長は約2100km、東西は最も幅の広いところで900kmである。この



写真一 橋梁訓練センター全景模型

南北に長い国土は、イラワジ、シッタン、サルウインの三つの大河で縦に分断されていて、南北交通網はかなり発達しているが、東西交通網の開発が遅れている。ビルマ最大の河川のイラワジ河には、ビルマの古都マンダレーの少し南方とサガインを結ぶ地点に、たった一橋、道路・鉄道併用のアバ橋があるのみである。

少し余談になるが、ラングーンからイラワジ河を上流におよそ300km遡のぼったプローム近郊に橋を架けようというのが、この技術協力の遠い源流だと聞きおよんでいる。このプローム方面では、近年、精油所などの日本のプロジェクトもあり、オーストラリアの技術協力による道路建設もあり、このイラワジ架橋の夢が再びビルマ側で強くなるのではないだろうか。

こうした大河は勿論、中小の支川にも交通の問題があり、橋を架けることによってイラワジデルタ地帯の交通の便をよくしたい。そのための橋梁技術者が大変に不足しているのが、ビルマの現状である。オーストラリアの技術者も、彼等のプロジェクトサイトにおける橋梁技術者不足を指摘していた。

このセンター設立までには、多くの経緯があったが、その大きな一つに国広団長以下の実施協議チームの遭難事故があった。そのおよそ1年後、1979年7月にはこの技術協力について、日本とビルマの間に合意が成立し、日本国内において、カウンターパートの受け入れ研修、実地訓練として行う架橋の調査、設計などの準備が

\* 日本道路公団企画調査部調査役

始まったのである。

### 2.2 訓練の目標

このセンターでは、毎年 20 名の訓練生を対象にして橋梁技術者養成を目的とした訓練を行う。それも、上部工はコンクリート橋にしぼって行う。

ビルマには日本の援助によって建設されたセメント工場があり、流通の問題もあって、現場では不足気味だが自給でき、近く設備拡張の計画もある。鉄鋼に関しては、インゴットを輸入して普通鉄筋を圧延しているにすぎない。国内産業の活用、外貨の節約の点から、この国が自ら建設している橋梁は、すべて、RC または PC 橋梁である。

ビルマで最初の PC 橋は、1962 年から 65 年にかけて、カナダの援助でラングーン市内に架けられたタケタ橋で、フレッシュ工法による、スパン 30 m の I 形断面単純合成桁橋である。それ以来、同種の PC 橋がビルマ人技術者自身の手によって建設されており、この技術はビルマに根づいたと見られる。

今後、必要とされる技術は、デルタ地帯の基礎地盤の条件から、経済的にもより長いスパン、100 m 前後の PC 橋が望ましいと思われる。

そこで、この技術協力の大きな目標として、PC 長大スパン橋の設計・施工の技術移転が設定された。

### 2.3 訓練の内容

訓練は大別して、設計技術と施工技術の二つになる。センター内訓練では、設計技術に関するものを中心に、コンクリートの配合設計、品質管理、および土圧、基礎地盤、地耐力に関する知識を教える。

もう一つの施工技術に関するものは、センター内での講義でも解説するが、現場における実地訓練が主である。

センター内訓練は、1980 年 4 月 21 日、この国の建設大臣を迎え、盛大な開講式が行われて始まった。日本人専門家の第 1 陣が着任して、わずか 4 か月の準備期間で開校できたのは、我々の日本出発前からの準備があったとはいえ、この技術協力にけるビルマ側の熱い期待を感じさせるものであった。

この技術協力は、ビルマの建設省だけに対するものではなく、この国全体に対するナショナルプロジェクトであるということから、以下の訓練生が第 1 期生として、各省庁から派遣されている。

建設省	建設公社	技師	14名
国防省	陸軍工兵大尉		2名
運輸省	鉄道公社	技師	1名
農林省	灌漑局	技師	1名
ラングーン市庁		技師	1名

ラングーン工科大学 講師 1名 計 20名  
1人の工業高専卒を除いて、他はすべてビルマ唯一のラングーン工科大学出身者で、27~44歳、平均 34歳で、卒業後ほぼ 10年の経験を有している。

第 1 期生の 1 年間の訓練は、80 年 4 月 21 日~10 月 18 日の前期 26 週間、11 月 3 日~81 年 3 月 28 日の後期 21 週間に分かれている。

前期では、次の時間表で訓練を行った。

	午前 8:30~11:20	午後 1:30~4:00
月	構造力学 講義	同 演習
火	土質力学と基礎工学 "	" "
水	RCコンクリート工学 "	" "
木	PCコンクリート工学 "	" "
金	コンクリート材料 "	" "
土	特別講義と補講 "	— —

前期の授業では、単純桁・連続桁・ラーメンの曲げモーメント、せん断力を求めること、ダイアグラムを画くこと、RC 部材、PC 部材の断面力算定と部材の設計に関する計算方法、構造細目などの設計に関する基礎知識を講義し、計算例題による演習を行った。

特別講義では、実地訓練のために建設するツワナ橋の施工計画概要の説明、スライドによる日本の施工実例を説明した。しかし、この土曜日の午前中は、補講を行うことが多くあった。

前期の終りの 1 週間は試験を行った。これは出題に対する解答と面接によって、訓練生の理解度確かめるのに大変有益だったのだが、その結果は我々をいささかがっかりさせるものであった。

前期で、設計の基本的なことがらについては講義を終わったので、後期では、

- (a) 鉄筋コンクリート構造物
- (b) バットレス型橋台
- (c) オープンウェル、杭基礎
- (d) ポストテンション PC 橋
- (e) デイビダーク工法 PC 橋
- (f) 設計計画

などの設計法解説と設計演習にはいった。

前期では訓練生は個別の席であったが、後期では 4 グループに編成し、各グループ毎に席を寄せあって 1 テーブルを作らせた。設計演習の場合、このグループのなかでうまく手分けして主桁の断面算定をするもの、スラブのチェックを行うものなど、訓練生の中で適当にうまくやりはじめた。

## 3. 実地訓練の概要 (On-the-job training)

### 3.1 実地訓練の目標

## 論 説

言うまでもなく、土木技術の習得、とりわけ施工技術を習得するためには、実際に工事に従事し経験をつうじて学ぶ以外に道はない。

設計図を理解し、施工計画を立て、積算をし、実行細部計画、工程に基づいて技術者と労務者が、現場を運営・管理して工事を実施していく、その最初から最終の記録までを残し、一つの施工チームを育てようというのがこの実地訓練 (OJT) の目標である。

したがって、工事の主体はビルマ側であり、我々は専門家の立場で指導を行うわけである。この点、我々が工事の請負人ではなく、また、設計管理のコンサルタントでもないのが大きな特徴と言えよう。

工事の各段階毎に、土木、電気、機械の技術者、熟練オペレーターらのフォアマン級の短期専門家を日本から派遣する必要があるが、いずれもビルマ人を指導することが目的である。そしてビルマの技術者、労務者が自らの努力によって、施工の総合的な技術、個々の技術を習得するのが、この OJT の目標である。

### 3.2 実地訓練橋の規模

実地訓練橋は、ラングーン市の東部に位置し、訓練センターから 2 km ほどのところ、ナモイエ川に架かる。側面図は図-1 に示すとおりで、主橋部はディビダーク工法による 3 径間中央ヒンジ付き T 形ラーメン、側径間

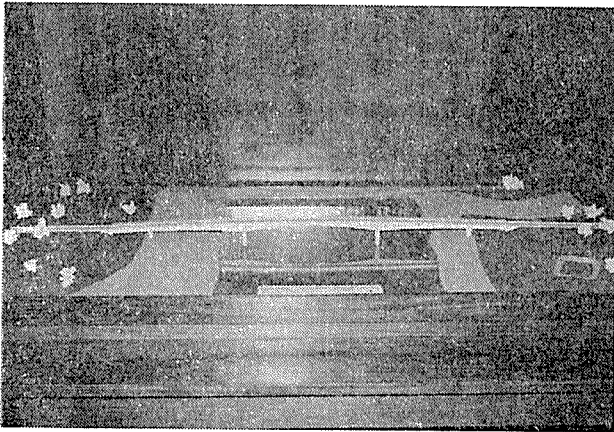


写真-2 Thuwunna 建設訓練橋完成模型

はフレシネー工法 I 形断面合成桁である。幅員構成は車道 8 m、両側に歩道 1.5 m、合計 11 m である。

この架橋地点は感潮区域で、潮位差は最高 6 m に達する。橋長、スパン割は上・下流の新旧の橋梁を参考にして決めたが、また、この場合は経済的なスパン割でもあった。

基礎工は経済性、施工の安全性、この国での将来の汎用性を考え、河川部では栈橋、築島によるオープンケーソン、高水敷部はリバース工法による現場打ちコンクリート杭を採用した。この OJT 橋の建設によって、ビルマに初めて導入される工法は次のようなものである。

- (a) H 形杭、覆工版を使った仮設栈橋工法
- (b) 長尺シートパイル (FSP4 型、 $l=24$  m) を使った築島工法
- (c) バイプロハンマーによる杭打抜き工法
- (d) 大口径オープンケーソン工法
- (e) リバースサーキュレーション工法による現場打ち鉄筋コンクリート杭工法
- (f) フォルパワージェンによるディビダーク工法

### 3.3 OJT の予算

この技術協力は、国際協力事業団の実施するものの中では、特定の計画のもとに専門家の派遣と機材の供与を組み合わせる行うセンタープロジェクト方式と呼ばれるものである。このプロジェクト実施のための予算として、日本側では約 5 億円 (内 2.3 億円が供与機材費) の技術協力予算が予定されている。これに加えて、OJT 橋の建設にあたり、ビルマ側で供給できない資機材を供与する目的で、無償資金協力予算 5 億円が決まっている。

これらの予算で、OJT 橋の建設に必要な資材、施工用機械を日本から購入するよう準備をすすめているが、勿論、この予算で必要な資機材がすべてまかなえるものではない。鉄筋はすでに日本から別の無償資金協力によって供与されたものを、大型 H 鋼、鋼矢板などは他国から供与されたまま未使用のものを使う予定である。これらはすでに建設公社が所有しているものだが、ほかのビ

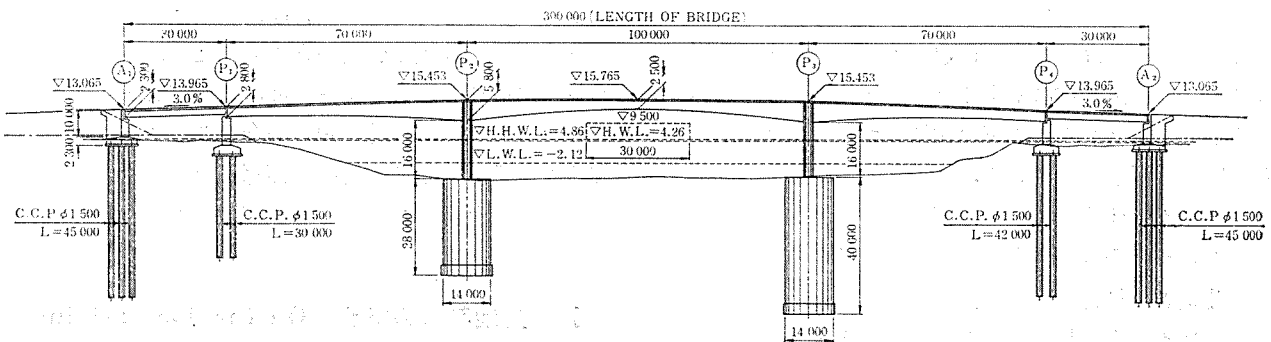


図-1 実地訓練橋側面図

ルマ側供給資機材の利用、セメント、骨材、木材等の購入もある。

説明が後になったが、ビルマ側の施工主体は、建設省の道路予算を受けた建設公社になる。

このビルマ側内貨予算要求のための資料作成を、公社のスタッフと協力して行った。この積算をこの国の要領にしたがって積みあげたところ、日本の無償資金協力による供与機材に対するビルマの諸税約 3.7 億円、技術協力による供与機材に対する賃貸料約 0.4 億円、取付け道路約 6 km の工事費約 3.8 億円、建設公社の請負ベースの経費約 3.5 億円を含めて、内貨総額は約 18 億円にのぼることになった。

この国の建設公社の年間予算が約 50 億円であるから、この金額は莫大なものといえる。この積算方式は、日本の供与機材に諸税をかける、このプロジェクトのために供与される技術協力機材に損料をかけるなど、不合理な面が多くあり、本当の工事原価を評価しようという点に欠けている。このため建設大臣もその大きな額を懸念し、この予算額では大臣の承認を得られなかった。

その後、免税措置、取付け道路予算の切りはなし、その他の見直しを行って、約 11 億円に引き下げ、最近、大臣の承認を得るに至った。

#### 4. 問題点と今後の展開

##### 4.1 技術のレベル

この国の橋梁技術水準は、先に述べたカナダの援助によるフレッシュ工法単純 I 形断面合成桁（スパン 30 m）のレベルにとどまっている。以来、同種のもは年に 1~2 橋の割合で、ビルマ人技術者自身の手によって架けられているが、全くのコピーといってよいものばかりである。先日、カウンターパート、訓練生たちとモールメン近くの PC 橋の現場を見学に行った折、あるカウンターパートが木製型枠を見て彼が 10 年前に使ったものであると言っていた。このことは、型枠の耐久性がよいということよりも、使用頻度が少ないこと、型枠用木材が高いことを物語っている。また、いつも同一断面・同一スパン長の桁をつくっていることを示している。カナダの援助でタケタ橋の工事に従事したわけだが、ビルマの技術者は、全く同一のコピーをつくることを学んだにすぎないのではないかと思うくらいである。このことは、下部工のオープンケーソンについても言えることである。

これらの橋の設計計算書を、我々の技術協力の参考のために提出を求めてもなかなか出てこない。設計計算をまとめたことがない、あるいは、設計計算をしたことがないのではないかと疑いたくなる。

先ほどの現場は、骨材の保管状態、桁の出来ばえなどは悪くはない。支保工、型枠はすべて木製である点、現場プラントなど昭和 30 年代初期の日本の地方の現場と印象はさして変わらないのではないだろうか。コンクリートミキサーなど施工機械の掃除、手入れが悪いことが気になりはしたが。

センター内訓練を通じて、私達のカウンターパート、訓練生をみると、設計経験の不足、または皆無ということに気がつく。カウンターパートの中には、外国での留学経験の豊富なもの、JICA のグループ研修を受けたものたちがいるが、アカデミックな知識を得たにとどまり、実務経験がなく応用がないのが残念なところである。我々はある程度の素地を持った技術者を対象に、彼らのレベルアップを助けるために一緒にやろうではないか、という気持ちで来たのだが。

途中でくり言がはいってしまったが、経験不足という

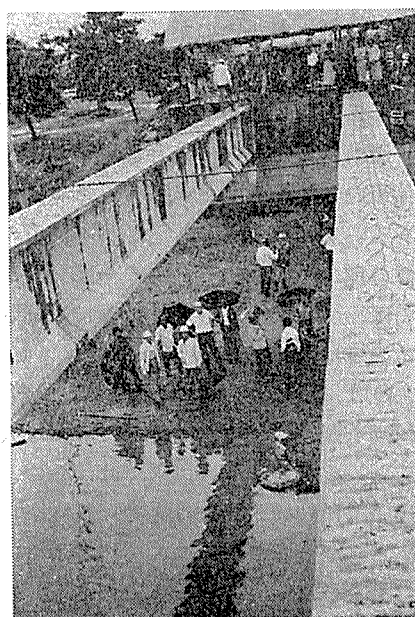
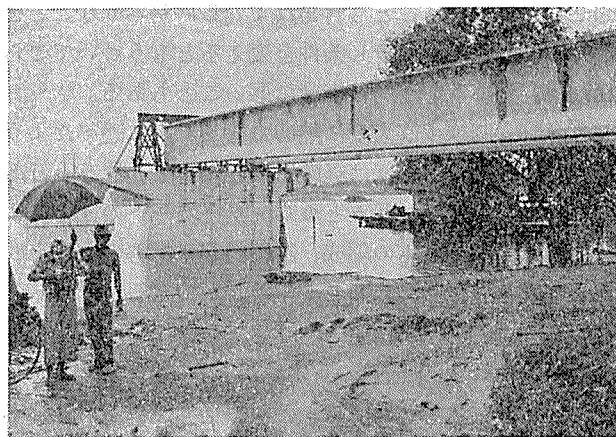


写真-3 モールメン近くのタートンの現場 PC 合成桁 (l=100 ft)

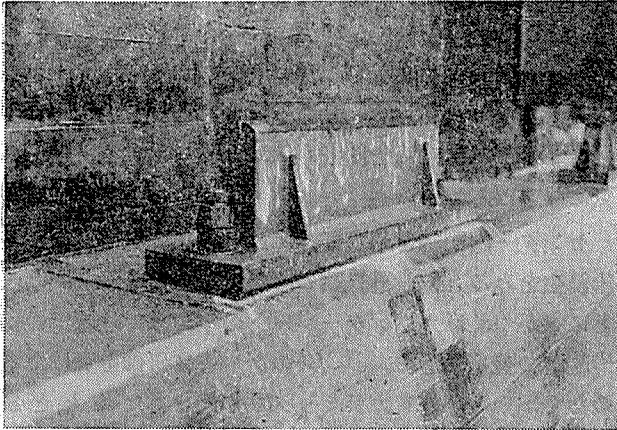


写真-4 鋳鋼製支承（シンガポールから輸入）

のは、曲げモーメント、断面算定などの演習で、モーメントダイアグラムが定性的にもうまく画けない、断面を画かせると大変にデフォルメされている、有効数字以上にやたらと桁数を並べる、位取りを間違えるなど、工学的センスに欠けることも含まれている。基本的なことを教え、例題を示し、少し条件を変えともうついでこれられない、という応用力の極度に悪いこともある。

しかし、訓練生は大変に熱心である。上に述べたようなことは、我々も一度は経験してきたことと思うと汗顔のいたりであるが、我々とカウンターパートの協力によって、カリキュラムの編成、講義内容、指導の方法を改善することにより、のりこえることができると思う。

#### 4.2 トップダウン

竹内宏氏は、「柔構造の日本経済」の中で、日本の企業の一つの特色をマニュアルのない世界である、と述べられている。「マニュアルがあっても厳密でなく、事務労働ではマニュアルがないのが普通だ。そこで仕事の範囲をぼやっと決めて、まかせたと頼めばまかされた方はやる気を出し、各自が自らそれぞれの能力に応じて仕事を片づけ、適当におたがいの分をカバーしあう。そうして自然に仕事の分担範囲が定まってくる」というような趣旨である。勿論、これは著者が日本経済のしたたかさ、生産性の良さを説明するなかの一部分であるが。

ビルマでは、マニュアルもなく、極端に権限が上に集中しているのではないかと思う。

我々は、OJT は机上で行う実行計画の段階から始まるのだと何回も説明してきた。そのためには人と組織が必要であると。そして、今の段階では、このような仮設備計画について比較検討したうえで、日本からの供与資機材を決める必要があり、そのこと自身が施工計画の訓練だから、カウンターパートを要求すると、この辺の権限は建設省最高幹部の人々に属していて、建設公社ではどうにもならない、ということもあった。

トップダウン方式は、トップがうまく機能するときは大変事務処理が早いのだろうが、ここでは、あまりに多くのことがトップに行きすぎ、しばしば大臣にまで行くので、トップが多忙すぎて事務処理がおくれることがありすぎると思う。

また、この権限の集中が中間管理職ともいべき技術者の能力、応用力、自主性を殺しているのではないだろうか。

#### 4.3 今後の展開

訓練生のレベルを見ると、1年間の訓練コースで設計の知識、経験を豊富にさせる、というわけにはいかない。前期では設計の基本的知識、後期の前半で設計演習の訓練をしてきたが、1月～3月には、ビルマで実際に必要とされている橋の概略設計、および、OJT 橋の設計の見通しなどの実際の仕事を、グループに分けて与えようと考えている。勿論、訓練生の中には優秀なものもいるから、この中から選んで現在のカウンターパートに加えて、彼らによりよい訓練の場を与えようと考えている。我々のカウンターパート自身が、何といても最良の訓練生だと思うから。

センター内訓練では、初年度の今年、主として日本人専門家が講義をしているが、来年度からは今年の実績をふまえて、本来の形であるカウンターパートが主として行うようにもっていきたいと考えている。そして、当初考えていたように、実際の設計のための比較資料を作ったりするなど、設計例、データをまとめていきたいと思っている。

OJT は、これから3月末までを目標に、仮設ヤード、仮設建物などの設営にかかる場所である。現在、3人のビルマ人技術者が、日本でリバース杭、オープンケーソン、ディビダーク工法などの OJT 橋に関する新技術について現場研修を受けている。彼らがビルマに帰ってきて、OJT の組織の中にはいって、また、現在手配している供与機材が予定どおり着けば、1981 年春ごろから、いよいよ現場も本格的に動き出す予定である。

#### 5. む す び

技術協力、技術移転、企業進出には、受入国の条件、風土、ニーズ、教育レベル、工業力の背景など、多くの検討すべき事項があるだろう。

我々は、このような問題の専門家でも、海外工事の専門家でもない。このプロジェクトの誕生までには、長い経緯と貴い犠牲があった。しかしプロジェクトはその緒についたばかりである。

ここでは、プロジェクトの近況紹介を中心に、今までの経験から感想を述べさせていただいた。的を射ている

かどうかはわからないが。

今後、ビルマの関係者とともに、日本関係者の支援を得て、このプロジェクトを成功させるよう誠心誠意やっけていくつもりである。そしてこのプロジェクトが終わっ

たとき、目に見える橋だけでなく、ビルマ人技術者の中にプレストレストコンクリート長大スパン橋の技術が残っており、OJT 橋の次の橋に生かされるよう努力したいと思う。

#### ◀新刊図書案内▶

### プレストレストコンクリート構造物設計図集 (第2集)

本書は協会設立 20 周年行事の一環として、前回発行した設計図集の様式にならい編集した、その第2集である。協会誌第 10 巻より 21 巻に亘る巻末折込付図を主体とし、写真ならびに説明を付し、その他参考になる PC 構造物についてとりまとめた設計図集で、PC 技術者の座右に備え付けるべき格好の資料と考えます。

希望者は代金(現金為替または郵便振替 東京 7-62774)を添え、下記宛お申し込みください。

体 裁: B5判 224 頁

定 価: 9,000 円(会員特価 7,000 円) 送 料: 1,000 円

内 容: PC 橋梁(道路および鉄道) 74 件, PC 建築構造物 25 件, その他タンクおよび舗装等 10 件

申 込 先: (社)プレストレストコンクリート技術協会

〒102 東京都千代田区麹町 1-10-15 (紀の国やビル) 電話 03 (261) 9151

#### ◀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。