

# 特殊 PC 構造物の歴史について

野村 貞廣\*

## 1. はじめに

プレストレストコンクリート（以下、PCと呼ぶ）技術が、戦後日本に導入されてから、それは多岐にわたる分野に適用され、橋梁や建築構造物以外の構造物（本稿では特殊構造物と呼ぶ）にも多く応用されている。

プレストレスを導入することでの有利性、すなわち設計面では、強度の高いコンクリートを使用することによる構造物の断面を薄くできること、除荷後の復元性、水密性などがあり、施工的にはプレキャスト化による品質の確保、現場作業の省力化などがある。

(社)プレストレストコンクリート技術協会設立50年の節目を迎えた今、特殊構造物へのPC技術の適用の歴史を振り返り、その代表的な以下の構造物について本稿に記述する。

- ・ PC 舗 装
- ・ PC 防災構造物（ロックシェッド、スノーシェッド、スノーシェルター）
- ・ PC 地中構造物（PC 杭、PC ウェル、PC 矢板、PC ボックスカルバート）
- ・ その他の PC 構造物（PC 煙突、PC ポール、トンネル天井板）

## 2. PC 舗 装

PC 舗装は、道路、空港舗装、港湾施設などに適用されている。コンクリート舗装にプレストレスを導入する考えは、先駆者の間で研究が進められており、海外では、1946年にフランスのルザンシー橋梁の取付け道路に施工され、また、1947年にフランスのオルリー空港の滑走路にPC舗装が最初に適用された。

わが国では、1958年に、大阪鞆公園通りの道路舗装に試験的な施工が行われたが、本格的な採用は1967年に千葉県姉ヶ崎の道路舗装であり、その規模は幅が8m、延長は8kmであった。耐摩耗性や耐久性が要求されるトンネル内での

舗装として、1974年に神戸市の第2六甲トンネルで施工された。また、交差点部でのプレキャストPC版を使用した急速施工なども実施されてきた。しかし、将来の埋設管などの設置工事に対応しにくいPC舗装は道路の舗装としての採用は少ないのが現状である。

その後、輪荷重が大きく変位の制限が厳しい空港舗装に、耐久性、復元性やひび割れ特性の良いPC舗装が多く採用されることになった。1970年に防衛庁の百里基地のエプロン舗装で約7000m<sup>2</sup>が施工されたのが初めてである。その後、千歳空港のエプロンや、岩国基地の格納庫などで採用されている。

その後、羽田空港の沖合展開工事や関西新空港の建設にPC舗装が大規模に採用された。いずれの空港も海洋部の軟弱な地盤上に作られるので、航空機の走行によって地盤の不同沈下が予想された。そのため、供用後の不同沈下対策として、リフトアップ工法を適用したPC舗装が採用された（写真-1）。リフトアップ工法とは、夜間空港閉鎖後に、

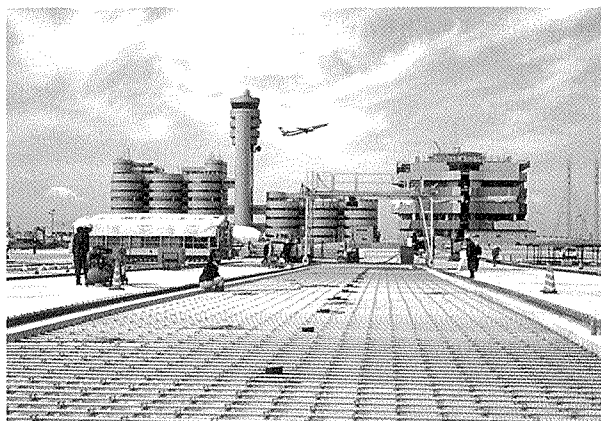
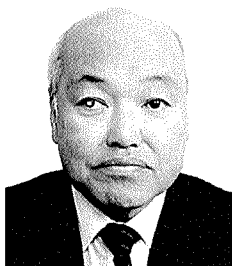


写真-1 PC舗装シース組立て



写真-2 リフトアップ状況



\* Sadahiro NOMURA

(株)ピーエス三菱

金具設置位置にジャッキ装置を装着し、路盤上の反力板に反力を取り、ジャッキ装着金具を介して舗装版を持ち上げる工法である（写真-2）。この作業では、金具位置の舗装版に作用する反力の最大値などを管理する。舗装版を所定位置までリフトアップした後は、超速硬セメントグラウトを注入し、翌朝にはエプロンを解放することができる。開港後10数年を経過した現在でも、必要に応じてリフトアップ工事は行われている。

### 3. PC 防災構造物

PC 防災構造物には、ロックシェッド、スノーシェッド、スノーシェルターなどがある。

#### 3.1 ロックシェッド

ロックシェッドは道路、鉄道などに屋根を設け、落石による被害を防護するものであるが、日本最初のロックシェッドとして、福井県の山中・大桐間ロックシェッドが1953年に竣工している。その後、雪崩防護の目的でスノーシェッドも開発され北海道、東北地方、北陸地方などで徐々に採用されてきた。

初期のロックシェッドの上部工の形式は、プレテンションのスラブ桁を架設し、その上に8番線の金網を張り防水モルタルで仕上げている。加えて、緩衝材として土砂または石炭がらを使用したとの報告がある。その後、道路の開鎖期間の短縮、現場作業の軽減の目的で、プレキャスト製品が多く用いられるようになった。構造部材形式においては、屋根はスラブ形式から屋根梁をプレテンションT桁へ、柱はポストテンション方式からプレテンション方式の部材へと改良されてきた。ロックシェッドの構造形式も地形や路線の条件に対応し、新たに考案された。1981年に山口県で日本国有鉄道のプレテンション逆L型ラーメンで延長110m、宮崎県では2ヒンジの逆L型ラーメンで延長88mが施工されている。道路および鉄道の防護目的のシェッドは現在まで各地で作られているが、洞門形式は少なく、逆L型ラーメン構造が多い。

ロックシェッドの形式の一つに、I型形式（写真-3）がある。これはカタカナのIの形をした部材を、道路の山側に沿って設置したロックシェッドである。山とI型の屋根の間で、小規模な落石を受け止め保持するもので、平成の

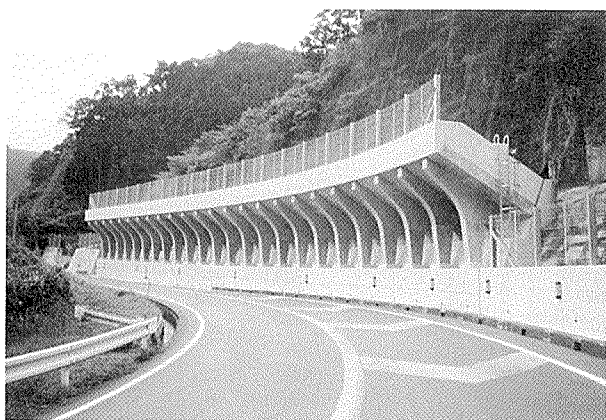


写真-3 I型ロックシェッド

時代に入ってから採用が増加してきた。

ロックシェッドの設計では、落石荷重の衝撃の大きさや作用位置等の取扱いにおいて、岩質・地形などを考慮する必要がある。これらについては官・学・民の研究機関で精力的に研究され、クッション材としての砂などの設置や屋根の勾配などとともに検討されてきた。

平成9年には、日本道路協会から「落石対策便覧」が出されている。

#### 3.2 スノーシェッド

スノーシェッドは、雪崩などをその屋根を滑り台として通過させてしまうことを目的とした構造物である。昭和30年代の後半より、従来の古レールやコンクリート製のスノーシェッドにかわり、PCスノーシェッドが採用されはじめた。ロックシェッドと同様に、現場工期の短縮のためにプレキャスト化が進んでいる。開発の初期の段階では、各社が独自に開発を進めていたため、製品寸法、規格が異なっていたが、1976年に北陸建設弘済会から「PCスノーシェッド標準設計解説書」が発行された後は、この標準設計に従い設計が行われるようになった。構造形式は逆L型（2ヒンジラーメン）のものが多く、荷重として自重のほか、積雪、雪崩、地震荷重を考慮している。また、2000年には同じく北陸建設弘済会から「道路防雪施設マニュアル」が発行されている。

なお、現場工期を短縮する目的で、プレファブ方式を標準としている。

#### 3.3 スノーシェルター

平坦地における地吹雪や山間地の雪だまりから道路を守るための構造として、半円形のスノーシェルター（写真-4）が開発された。PCスノーシェルターの構造は、頂部と脚部をヒンジとする3ヒンジアーチ構造である。工場でプレキャスト部材として製作され、現地施工された基礎の上に、トラッククレーンなどを用いて架設される。

1984年に秋田県の玉川スノーシェルターが、日本最初のPCスノーシェルターとして施工された。次いで1986年に北陸自動車道の上越市正善寺地区で施工されている。

また、この構造の応用例としては、鉄道トンネルの入り



写真-4 スノーシェルター

口に設置して、列車進入時の衝撃風圧の緩和に使用されている。これらは、長野新幹線および盛岡・八戸新幹線のいくつかのトンネルの入り口に設置されている。

#### 4. 地下の PC 構造物

地下構造物にも PC 技術やプレキャスト技術が応用されている。適用する目的は、現場作業の低減や工期短縮、経済性の向上などがあげられる。具体的には、PC 杭および PC 矢板、PC ウェル、PC ボックスカルバートなどがある。また、斜面や構造物を固定するために、土中に PC 鋼材を直接設置し緊張するグラウンドアンカーなどがある。

##### 4.1 既製プレストレストコンクリート杭 (PC 杭)

PC 杭が日本で初めて使用されたのは、1962 年首都高速度道路の橋脚である。その後、遠心力プレストレストコンクリート杭 (50 N/mm<sup>2</sup>) が 1968 年に JISA5335 として制定された。当時はプレテンション方式とポストテンション方式の両方で製造されており、JIS にも両方式が制定されていた。現在では、ほとんどすべてプレテンション方式で製造されている。1966 年頃から高強度プレストレストコンクリート杭 (オートクレーブ養生) が開発され、高強度 PC 杭として出荷されるようになった。

このほかにプレテンション方式遠心高強度プレストレストコンクリート杭 (PHC 杭) の肉厚中心付近に異形棒や平鋼が配置された PRC 杭、PHC 杭の端部に断面変化部を設け、杭本体部の直径より 5 ~ 10 cm 大きい拡径部を有する ST 杭、既製コンクリートの表面に摩擦低減剤の塗布された SL 杭、螺旋型にフランジを付けた AJ パイルなども開発された。

当初は、その大半がディーゼルハンマーによる打込み工法により施工された。しかし、騒音・振動および油煙の飛散などの問題を低減するために、1978 年頃から油圧ハンマーによる打込み工法に代わり、さらに 1980 年頃から各種埋込み工法が開発され、打込み工法から埋込み工法へと変わってきている。

##### 4.2 プレキャスト PC ウェル工法

プレキャスト PC ウェル工法 (写真 - 5) は、施工期間の大幅短縮と品質の向上を目的として開発された。品質管理の行き届いた工場で、あらかじめマッチキャスト方式で製作されたプレキャスト躯体を現地に運搬し、1 ロットの沈設完了ごとに PC 鋼棒にて躯体を継ぎ足し、大口径の PC 構造の基礎を構築する工法である。1969 年、北海道の磯谷橋 (国道 229 号線) 工事で実用化された。

その後、1974 年に建設省土木研究所が中心となり、オープンケーソンの長所を生かし、その短所を克服する支持圧入式 PC ウェルが開発された。

最近では PC 鋼材の他に鉄筋もセグメント目地部を貫通して一体化させる PRC ウェルも開発され、実用化されている。この形式のウェルは 2001 年に諏訪市の新六斗橋に採用されて以来、実績を重ねている。

##### 4.3 プレストレストコンクリート矢板 (PC 矢板)

プレストレストコンクリート矢板 (PC 矢板) は、1953 年に、わが国ですでに製作されていた。その後、1965 年に日

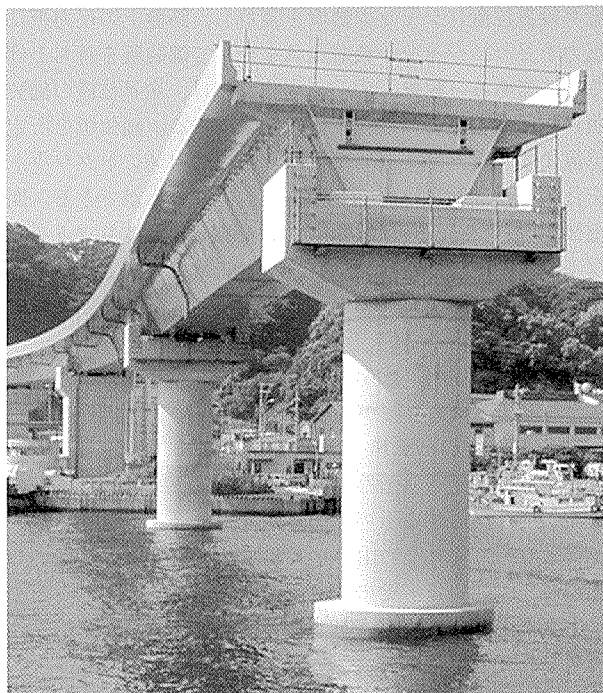


写真 - 5 プレキャスト PC ウェル

本工業規格 (JIS) により標準化され、以後、さまざまな改良が加えられ現在に至っており、河川護岸や土留め擁壁として数々の施工例がある。

PC 矢板の形状には、平型、溝型、波型の 3 種類がある。幅も 50 cm と 1 m があり、長さも各種標準化されている。

PC 矢板の打込みには、導入当初は、打撃工法が用いられた。モンケン (重錘) をクレーンまたはウィンチでガイドに沿って吊り上げ、矢板の頭部に落下させて打ち込む工法であった。しかし、矢板の損傷問題や騒音問題から次第に減少し、かわりにバイプロ工法 (写真 - 6) や、矢板先端にジェットノズルを取り付け高圧水を噴射させて矢板先端の地盤を穿孔し打ち込む工法が採用されてきた。このほかに、市街地では、打込み時の振動・騒音がきわめて少ない、コンクリート矢板を両側面から水平ジャッキでつかみ、垂直ジャッキで押し下げ圧入する工法も採用されている。

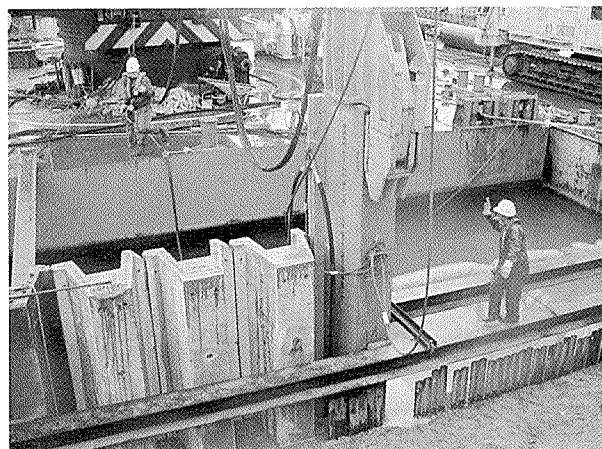


写真 - 6 PC 矢板打込み状況

港湾用 PC 矢板についても、2000 年に(財)沿岸開発技術センターから「港湾用 PC 矢板技術マニュアル」が刊行され、港湾環境下という厳しい条件で使用される PC 矢板として開発されている。

#### 4.4 PC ボックスカルバート

一般に RC 構造であるボックスカルバートに PC 技術を応用し大型化されたプレキャスト部材が、共同溝や水路として利用されている。一般に、曲げモーメントの大きい頂版と底版に PC 鋼材を配置している。これらは 1968 年に、工場製品として第 1 号が製作された。

また、河川の堤体を横過する樋管については、ゴムのガasket を配置し長手方向に PC を導入し、堤体の変形に対する追従能力を大きくした可撓性樋管が開発・施工されている。

施工法は、地盤を開削してプレキャストブロックを所定位置に架設する方法のほか、市街地の交通量の多い箇所、架設機械等の搬入が不可能な箇所、軌道下の横断面などでは推進工法が各種開発され使用されている。

## 5. その他の PC 構造物

### 5.1 PC 煙突・換気塔

1981 年に沖縄県の石炭火力発電所で鉛直方向にプレストレスを導入した高さ 169.5 m の PC 煙突が施工された。記録によれば、沖縄の気候・風土すなわち亜熱帯・海洋性気候での鉄筋の腐食を防止する目的で、外筒にプレストレスを導入し曲げひび割れ耐力を増やすことを目的とした。コンクリートの施工は、スリップフォーム工法で行い、PC 鋼材は異形 PC 鋼棒と後挿入の PC 鋼より線を鉛直方向に配置し、緊張している。

煙突と同様な機能を有する構造物として、トンネルの換気塔がある。首都高速道路中央環状新宿線は 11 km のほぼ全長がトンネル構造であるため、トンネル内の空気を循環と吸気・排気を行う施設（換気所）とともに個々に設置された換気塔が設置されている。ここでは、14 基の六角形のプレキャストセグメント構造（写真 - 7）を PC 鋼材で一体化した換気塔（写真 - 8）が 2007 年に採用されている。



写真 - 7 PC 換気塔（部材仮置状況）



写真 - 8 PC 換気塔（全景）

### 5.2 PC ポール

鉄筋コンクリートポールは 1934 年頃から製作されていたが、森林資源の枯渇防止対策が 1951 年に国策となった頃から PC ポールの研究が進み、1955 年以後徐々に普及し、現在に至っている。

規格としては、1954 年送配通信線用ポールが JISA5309、1955 年電車線用ポールが JISA5311 として制定された。その後、1959 年にこれらの JIS は JISA5309 として一本化し、1969 年遠心力プレストレストコンクリートポールおよび鉄筋コンクリートポールとして改訂された。

電信柱のほかに、大型の PC ポールとしては、携帯電話用のアンテナ塔として、2007 年に福岡県久留米市で約 40 m の高さの塔（写真 - 9）が施工された。この工事では、120 N/mm<sup>2</sup> の高強度繊維補強モルタルが使用された。工場製

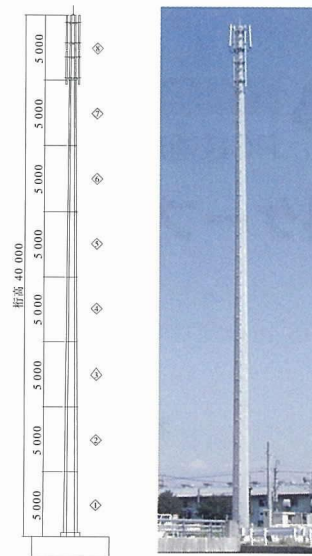


写真 - 9 高強度繊維補強モルタル製携帯電話アンテナ塔

作されたプレキャストセグメントを現地でPC鋼材により緊張し一体化している。

### 5.3 トンネルPC天井板

長いトンネルの天井部の空間に送排気の空間を作り、トンネル内の換気を行うために、トンネル天井板が開発された。道路トンネルの500m以上の長さでは、排気ガスなどの換気のため人工的にトンネル内の換気をすることとなっている。そのためトンネル天井板にPCが利用された。実績としては1966年に建設省西栗子トンネルで約2.6kmが施工され、1975年以降には、中央高速自動車道の恵那山トンネルや笹子トンネルで施工された。最近では、ジェットファンによる換気が主流になってきているが、2002年には名古屋高速道路の東山トンネル(写真-10)で採用されている。

恵那山トンネルでの採用にあたっては、PC天井板として火災時の高温に対する耐火性能の問題が取り上げられ、確認実験が実施されている。

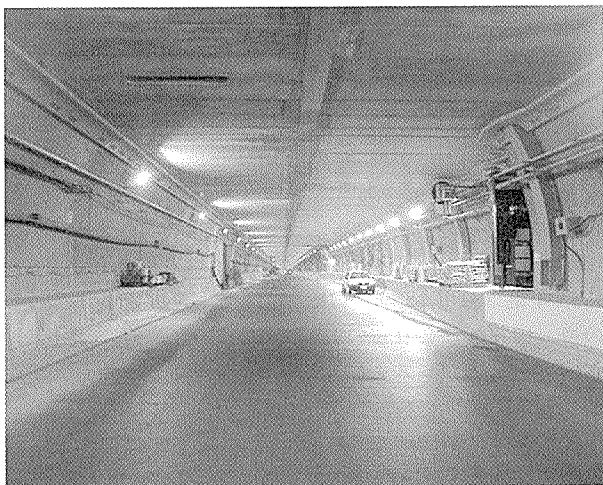


写真 - 10 PC天井板

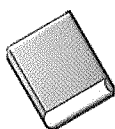
## 6. おわりに

かざられた情報と時間のなかでの調査であり、内容が雑ばくなことをご容赦願いたい。技術の伝承が叫ばれているなか、先輩方が努力をしてきた技術を次の世代に伝えていくことの必要性和難しさを、本稿の執筆を通じて痛感した次第である。

### 参考文献

- 1) 理崎：特殊PC構造物の歴史について、プレストレストコンクリート、Vol.42, No.6, 2000
- 2) 八谷ほか：東京国際空港PC舗装リフトアップ試験、プレストレストコンクリート、Vol.34, No.2, pp.40-47, 1992
- 3) 福田：プレストレストコンクリート舗装に関する実験的研究(1)・(2)、土木研究所報告、117号・123号
- 4) 鶴沢ほか：千葉姉ヶ崎地区のPC舗装について、プレストレストコンクリート、Vol.8, No.4, 1966
- 5) 運輸省航空局(監)：空港コンクリート舗装構造設計要領、1977
- 6) 運輸省航空局(監)：空港コンクリート舗装構造設計要領、1990
- 7) 運輸省第二港湾建設局ほか：仙台空港業務資料作成報告書、2000.3
- 8) 日本道路協会：落石対策便覧、1983.7
- 9) プレストレストコンクリート技術協会：プレキャスト部材、プレストレストコンクリート、Vol.33, 特別号, 1991
- 10) 北陸建設弘済会：PCスノーシェッド標準設計解説書、1976
- 11) 北陸建設弘済会：道路防雪施設マニュアル コンクリート構造編、2000.4
- 12) 日本矢板工業会：高強度コンクリート矢板設計施工ハンドブック、1986.5
- 13) 加藤ほか：PC煙突一設計編、プレストレストコンクリート、Vol.27, No.3, pp.61~66, 1985
- 14) プレストレストコンクリート技術協会：特集プレキャスト部材、プレストレストコンクリート、Vol.22, No.4, 1980
- 15) PC建設業協会：PC建設業協会50年史

【2008年12月15日受付】



図書案内

PC技術規準シリーズ

# 外ケーブル構造・プレキャストセグメント工法 設計施工規準

定 価 4,725 円／送料 500 円

会員特価 4,000 円／送料 500 円

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会 編  
技報堂出版