

特殊PC構造物の歴史について

理崎 好生*

プレストレストコンクリートの特殊構造物（他の筆者の担当されていない構造物）への応用は、プレストレスを導入することでの有利性、すなわち構造物の断面を薄くできること、除荷後の復元性、強度の高いコンクリートを使用することによるプレキャスト化などであり、各種構造物へ適用されてきたが、以下にその一部について記述する（記述が不十分な点や、誤りについてはご容赦、ご意見をいただきたい）。

1. PC 舗装

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、1946年にはフランスのルザンシー橋梁の取付け道路に施工されている。

1947年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。

日本では1958年に大阪靱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1965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になっている。

PC舗装が空港のエプロンに使用されるようになったのは、たわみ追随性と復元性にあった。

PC舗装は無筋コンクリート（NC）舗装に比較すると、インシナルコストが高く、従来の空港舗装には採用されにくかった。

しかしながら東京国際空港（羽田）の沖合展開や関西空港の埋立て地のエプロンは、沈下や不同沈下が比較的大きく、舗装等の施設は建設期間中のみならず完成後もその影響を受けることが予想された¹⁾。

PC舗装建設後に沈下が生じた場合の修復工法として、舗装版を持ち上げるリフトアップ工法が採用されたことでPC舗装の空港エプロンへの大幅採用となった。

PC舗装のもう一つの優位性は、プレキャスト化である。プレキャスト化することにより夜間作業で翌朝には供用できるといふ、急速施工性を有している。

1982年仙台市の交差点に、1983年和南津トンネルに初め

て採用された。

1982年千歳空港では、航空機の発着に支障を来すことなく旧NC舗装版と新PC舗装版とを入れ替えた。

1945年フレシネーは、オルリー飛行場へのPC舗装を使用するため試験舗装を行った。PC舗装は Westergaard の計算理論式を用いて行っているが、その許容荷重の15倍の荷重を支持したのを確認し²⁾、PC舗装は床版にひび割れが生じた後も十分載荷能力のあることを知った。

建設省土木研究所で実施した試験舗装でも、載荷重を増加させていくと、ひび割れ発生後も舗装版は弾性を持続すると報告されている²⁾。

PC舗装を設計する場合は、以下のとおり報告されている。

- ① 荷重による曲げ応力、コンクリートスラブの上下面の温度差による反り拘束応力、および路盤摩擦応力との合成応力が外力として働くが、姉ヶ崎のPC舗装の設計では³⁾、輪荷重によって、PC舗装版の表面に、ひび割れを生じる負の曲げモーメントを考え、その値は荷重直下の正の曲げモーメントの1/5とし、その値は Westergaard の縁部載荷時の式により求めている。荷重は安全率を考慮して $2 \times 80 \text{ kN}$ としている。
- ② プレストレスの計算は、路盤摩擦によるプレストレスの損失のほか、プレストレス導入時および導入後の損失量を差し引いた後の有効プレストレスが、上記①との合成応力度においてひび割れを許容しない方法で設計している。

「空港コンクリート舗装構造設計要領」⁴⁾、⁵⁾では輪荷重応力は、Westergaard による中央載荷公式の修正式を使用し、有効プレストレスとの合成応力度は、1977年版では限界状態設計法のⅡ種設計法が示され、1990年版ではⅢ種設計法が示されている。

舗装版の弱点となるのは、伸縮目地部であるので、目地部の下には枕版を設置している。

プレキャスト版の目地部は、交換可能とするためホーンジョイントを用いていたが、目地部の補強のため最近では目地部に圧縮力を導入する方法が研究され実用化されている⁶⁾。

PC舗装の初期の頃の施工例としての姉ヶ崎PC舗装の施工は、摩擦減少用の敷き砂を撒き、型枠設置後、路盤紙（ポリエチレンフィルム）を敷き、鉄筋・ケーブル組立てを行った。

コンクリート打設は、フレキシブルバイブレーターと木製タンパーで締め固め、簡易フィニッシャーと木製タンパーで平坦に仕上げ、ほうき目仕上げ後散水養生を行っている。

施工方法が大型化した東京国際空港でのPC舗装の施工



* Takamari RISAKI

(株)ピー・エス
取締役 開発技術第一部長

は、完成後のリフトアップを前提としているので、上層路盤完成後には、リフトアップ金具の配置、シート（シートはビニールシートと剥離シート（上面でPC舗装版と付着するが、下面ではリフトアップ後に施工するグラウト材に付着しないという特殊シート）の2枚）を、シート敷設機にて敷設し、ケーブル配置は大規模施工を想定した、シース自動組立て機械にて縦・横のシースを組み立てる（写真-1）。



写真-1 PC舗装 シース組立て

コンクリートの舗装はボックスプレッダー、ブレードプレッダー、フィニッシャー、横仕上げ機、縦仕上げ機、粗面仕上げ機にて仕上げた後に養生の工程に入る。

ここまでの工程はすべてが機械化されている。

関西国際空港ではさらに省力化を進め、シースメッシュを工場で作成することにより工程を大幅に縮小している。

プレストレスの導入方法は、

- ① 弾性アバットなどを利用して、フラットジャッキにてプレストレスを導入する方法
- ② PC舗装版のコンクリートの材料に膨張材を用いる方法
- ③ PC鋼材にジャッキにて緊張力を与える方法（この方法には、④ コンクリート打設前に緊張力を与えるプレテンション方式と⑤ 打設後に緊張してプレストレスを与えるポストテンション方式の2種類）

がある。

①の方式は1950年代の前半、ヨーロッパの空港に使用され、②の方式は試験舗装には用いられているが実施施工に用いられた報告はない。③④の方式は路盤の摩擦によるプレストレス量の減少やポストテンション方式によるジャッキングスペースが不必要となる利点があつて、オーストリアのウィーンの飛行場や千葉県姉ヶ崎の道路舗装に使用されているが、プレストレスを導入するアバットが必要でその費用が大きく、舗装延長が大きいPC舗装以外には使用されていない。③⑤の方式は現在ではプレキャスト舗装版を工場で作成する以外、場所打ちPC舗装の施工はほとんどがこの方式によっている。

空港舗装のように、施工面積の大きいPC舗装は、施工幅を7.5mで施工を行っているが、コンクリート舗設機械の関係で版を1枚おきに施工する。そのためプレストレスは、コ

ンクリートの乾燥収縮によるひび割れ防止に1次プレストレス、施工機械載荷による荷重のために2次プレストレス、PC舗装版の一体化のために3次プレストレスを導入している。

リフトアップの方法は、夜間空港閉鎖後に、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もので、リフトアップ位置間のリフトアップ量の差の最大値と、金具位置にかかる舗装版に作用する反力の最大値を管理する。

この大規模リフトアップシステムにより、舗装版を所定位置までリフトアップした後は、セメントグラウトを注入し翌朝には交通を解放することができる。

当初リフトアップは、岩国空港に用いられ、人力により舗装版に埋め込まれたねじ部を回転することにより行われた。

東京国際空港（羽田）のエプロン部は不同沈下が予想されたので、リフトアップ金具を先に設置したが、関西国際空港では金具は設置しなかったが、一部の地域については後設置の金具を設置しリフトアップを行った（写真-2）。

プレキャスト舗装版は、舗装表面の平坦性・耐摩耗性を向上する目的で、逆打ち（舗装版表面を型枠面とする）方法によって製作されている。

既設版（NC、アスファルトまたはPC舗装）を切削後に撤去した後、路盤整正、ビニールフィルムを敷設し、近隣の舗装の高さと調整する。

スリップバーを設置した後、裏込めグラウトを注入し、翌朝には交通を解放している。



写真-2 リフトアップ状況

2. PC防災構造物

PC防災構造物として考えられる構造物には、以下の構造物が考えられる。

2.1 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、本誌⁷⁾に山中・大桐間ロックシェッド（1953年）が報告されている（写真-3）。

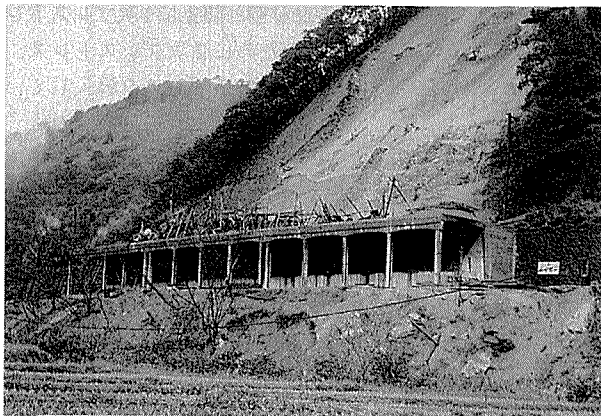


写真-3 ロックシェッド (提供: オリエンタル建設㈱)

鉄道などではすでに実績はあったものの、昭和43年8月の飛騨川バス転落事故を契機として、道路防災総点検が行われ、本格的に計画、採用されはじめた。

設計にあたっては、通常の構造物の自重のほか、クッション材および落石荷重が大きな要素をもっている。

落石は複雑な自然現象であり、一様なものではなく荷重の設定は難しいものの、主として通常規模の落石を対象としている。

落石の衝撃による荷重の考え方は、提案する技術者や発注者によって異なっていたが、その当時の鉄道での考え方は⁸⁾、落石を静的に載荷したときのクッション材の変位と石が落下してクッション材にめり込んだときの変位の比を衝撃係数と名付け、静的荷重として扱っている。その後の設計法は許容応力度法により設計している。このときの許容応力度は、「プレストレストコンクリート道路橋示方書」⁹⁾の荷重の組合せに対する許容応力度の最大値を適用し、破壊安全度の検討は「プレストレストコンクリート標準示方書」¹⁰⁾を適用した。

この当時の上部工の形式は、プレテンションのJIS A 5313 スラブ桁を架設し、上部工の上に8番線の金網を張り防水モルタルで仕上げている。また、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。

研究者の考え方をまとめた、「落石対策便覧」¹¹⁾が昭和58年に発行され、設計の考え方が確立した。

その後も研究者による重錘の荷重30kN以上、落下高30m程度の重錘落下試験、緩衝材としての敷き砂や発泡スチロールを使用した落下試験¹²⁾を経て、「落石対策便覧」¹³⁾が平成12年に発行され、設計荷重の考え方が確立した。なお、「ロックシェッドの耐衝撃設計」¹²⁾には衝撃に対する考え方が報告されている。

限界状態設計法をロックシェッドの設計に適用する考えもあったが、「落石対策便覧」¹³⁾によれば、現段階では、落石による衝撃力を静的荷重に置き換えて、許容応力度法を基本として設計するのが適切であるとの考えが示されている。

設計荷重としては、落石(質量、岩質、形状)、斜面の状況、落下方向、落下高、緩衝材を考慮する。

ロックシェッドは、役目を果たしている多くの例はあるものの、平成元年の越前海岸の岩盤崩落の経験から、水平

力に対しては鉄筋等にて補強することとなっている。

ロックシェッドに対しての標準図は、各協会や各社により種類があるが、その例は本誌の特別号¹⁴⁾で紹介されている。

現在ロックシェッドの官・学・民の共同研究¹⁵⁾がなされているが、PC鋼材と鉄筋の比率でPC鋼材の比率を減少させていくと、耐衝撃性が向上する傾向があり、今後は耐衝撃性と経済性の両面から、適当なプレストレスング度を探る研究が進められ、PRC化の方向になると考えられる。

施工方法から形式を選択すると、プレテンション桁を並べ、場所打ちコンクリートを打設する方式もあるが、オールプレキャスト化は、道路の閉鎖期間の短縮、部材の軽量化などメリットが出てきている。

2.2 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¹⁶⁾、従来からの古レールやコンクリート製のスノーシェッドに代わり、PCスノーシェッドが採用されはじめたのは、昭和30年代の後半である。

スノーシェッドでの特別な荷重は、積雪荷重と雪崩荷重であるが、雪崩の衝撃荷重も屋根勾配と斜面勾配の差によっては検討する必要がある。

この当時使用された¹⁶⁾コンクリートの設計基準強度は75 N/mm²で、荷重組合せによる割増率は50%となっていた。各社が独自色を出して開発を進めていたため、製品寸法、規格が異なっていたので、「PCスノーシェッド標準設計解説書」¹⁷⁾が発行され、設計等はこの標準設計によった。

構造形式は逆L形(2ヒンジラーメン)とし、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。

雪崩衝撃荷重は考慮したが、個々の設計計算には反映する必要がなかった。

コンクリートの設計基準強度は60 N/mm²で荷重の組合せでの割増率は1.5としている。

平成12年に「道路防雪施設マニュアル」¹⁸⁾が発行されているが、設計思想などは変わっていない。

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。

2.3 スノーシェルター

スノーシェルターは道路を覆って、雪から完全に隔離する遮蔽構造物である。

玉川スノーシェルターが日本最初のPC防災構造物として紹介されている⁷⁾。

スノーシェルターの上部構造は、頂部と脚部をヒンジとする3ヒンジアーチ構造である。

荷重は、死荷重、積雪、雪圧および地震慣性力である。

コンクリートの設計基準強度は60 N/mm²であり、許容応力度や組合せ荷重による割増率は、スノーシェッドと同様である。

シェルター部材の製作は、曲面部を型枠に当てて製作するのが一般的ではあるが、最近では高流動コンクリートを使用して木口からコンクリートを投入している例もある。

施工法の例を写真-4に示す。

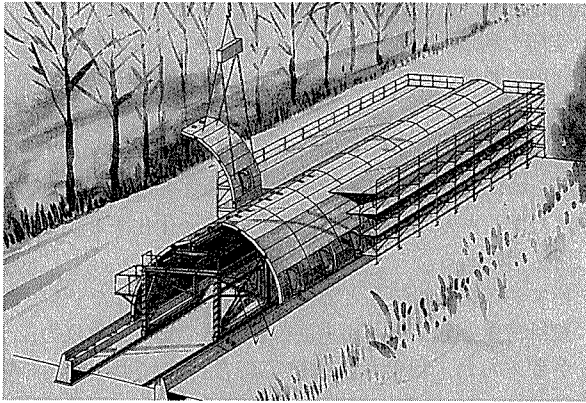


写真-4 シェルター組立て概念図 (提供: PCシェルター協会)

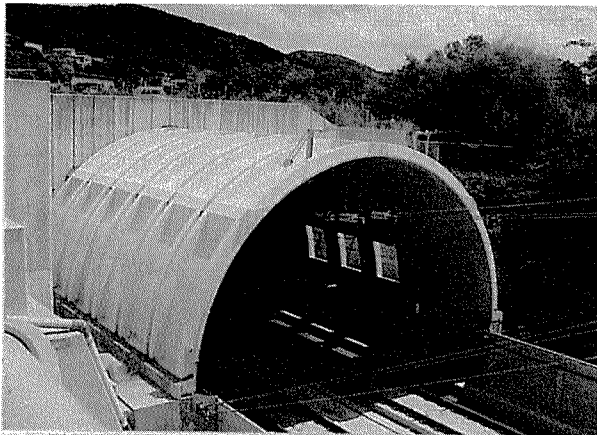


写真-5 消音シェルター (提供: PCシェルター協会)

シェルターの形状を利用して、高速列車が通過するトンネルの出入口に消音シェルター(写真-5)、潮風、海水から道路を守る波シェルターが採用されている。

3. 土中のPC構造物

土中のPC構造物も、PCの特性を生かすため、曲げ剛性を高める、断面を小さくする、プレキャスト化する、が大きな利点となっている。それらを列記すると、

- ① 上からの荷重を支持する構造物としてのPC杭
- ② 同じくPCウェル
- ③ 土圧を受けるPC矢板
- ④ 地盤内での内空利用を目的とするPC地下構造物(ボックスカルバート)
- ⑤ 構造物等を固定するPSアンカー

などが考えられる。

3.1 既製プレストレストコンクリート杭(PC杭)

PC杭の製造は、1939年スウェーデンにて製造されていた¹⁹⁾。PC杭が日本で初めて使用されたのは、1962年首都高速道路の橋脚である。その後、遠心力プレストレストコンクリート杭(50 N/mm²)が1968年にJIS A 5335として制定された。

PC杭は高強度化され、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)が市場化され、1982年にPHC杭(80 N/mm²)としてJIS A 5337が制定された。このためPC杭は1993年にJISは廃止された。

このほかに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 cm~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パイルがある。

杭の設計にあたっては、杭の許容支持力、許容変形力を超えないこととしているが、示方書等で規定している計算方法により求めた応力度が、JIS制定のPHC杭ではA~Fまでの種類があり、有効プレストレス(4 N/mm²~16 N/mm²)、長・短期の各種許容応力度を明示しており、その値を超えないこととし、使用材料を決定している。

打込み方法は、その大半はディーゼルハンマーによる打込み工法であったが、騒音・振動および油煙の飛散などにより1978年頃から油圧ハンマーパイルへ、また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。

3.2 PCウェル工法

従来のオープンケーソン工法は、施工地点で躯体を構築しながら沈設していく工法であったが、掘削深度が増し、沈下抵抗力が大きくなると荷重不足となり、沈下不能に陥る可能性が高いものであった。

この理由の一つとしては構築時間が長くなること、すなわちケーソン沈下中に減少した周面摩擦が回復し大きくなることが挙げられる。そこで、上記課題の改善手段としてPCウェル工法が開発された。

本工法は、施工期間の大幅短縮を目的とし、品質管理の行き届いた工場であらかじめ製作マッチキャストされたプレキャスト躯体を現地に運搬し、1ロッドの沈設完了ごとに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り、昭和44年北海道の磯谷橋(国道229号線)工事で実用化された²⁰⁾。

その後、昭和49年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(写真-6)。

現在、PCウェルのコスト縮減および耐震設計手法の確立を目的として、PRCウェルが開発され、実用化に向け設計・施工マニュアルが整備されている²¹⁾。

3.3 プレストレストコンクリート矢板(PC矢板)

PC矢板は1953年にはすでに製作され、1965年JIS A 5326

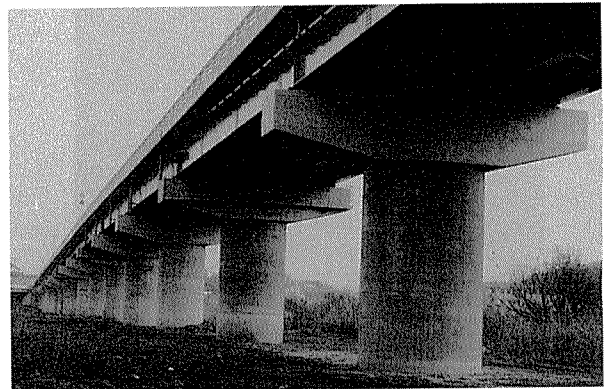


写真-6 PCウェル橋脚 (提供: PCウェル工法研究会)

が制定された²²⁾。

土木学会の「コンクリート標準示方書」の改訂に伴い、1988年にJISの改正を行った。

かぶり厚などを見直し、使用限界状態に対する検討では、曲げひび割れ幅を0.05mmとし、終局限界状態に対する検討では、終局曲げ耐力は、ひび割れモーメントの2倍以上としている。

PC矢板の形状は、平型、溝型、波形であり、幅も現在では50cmと1mがあり、長さも各種標準化されている。

PC矢板の打込み方法は、

- ① 従来からの打撃工法は、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るが、矢板を損傷させたり騒音問題から、次第に使用が減少
- ② バイプロ工法は、矢板の頭部をバイプロハンマーにより上下動することにより、矢板周辺の摩擦抵抗を減殺して打ち込む工法
- ③ ジェット工法は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方法

であるが、上記②と③を組み合わせた工法が最近では多用されている。このほか、

- ④ 圧入工法は、コンクリート矢板を両側面から水平ジャッキにてつかみ、垂直ジャッキで押し下げ圧入する工法で、打込み時の振動・騒音が極めて少なく市街地に有効（写真-7）

である。

3.4 PCボックスカルバート

ここでは、① 通路として、② 共同溝として、③ 水を通す、などの目的で地下空間を利用する構造物にプレストレスを応用したものを取り上げ、施工手段でプレストレスを

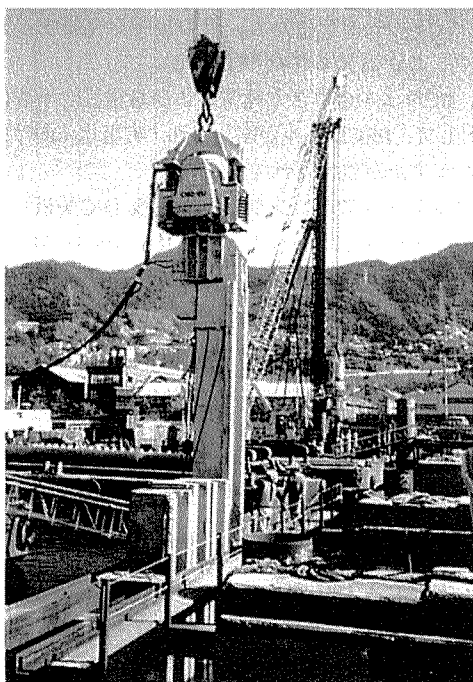


写真-7 PC矢板打込み状況

応用したものについては割愛した。

空間を利用し、プレストレスを有効に利用する断面としては矩形断面が有効であり、PCボックスカルバートへの適用が多くなった。

従来の鉄筋コンクリートに代わり、PCを使用するようになったのは、利用断面を大きくとれることと、工場で作られたプレキャスト製品を、現場にて一体化することでの工期短縮にある。

昭和43年に工場製品として第1号が発表された¹⁴⁾。

設計荷重としては、死・活荷重、載荷重、地盤反力、土圧が考えられ、設計手法は許容応力度法により行っている。

長手方向については、荷重の変化、不同沈下などについて検討を行うが、地震時の検討として耐震設計を応答変位法によって行っている。

PC可撓性樋管は、軟弱地盤上の堤防部に使用されている。施工後中央部が沈下することから、CRゴムを継手部に使用し、樋管の沈下に追従できるように計画されている（写真-8）。

製作方法や規格等は各社や各協会によって各種¹⁴⁾あるが、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は推進する工法が各種開発され使用されている。

3.5 アンカー工法

アンカーは、構造物からの引張力を地盤に伝達するための構造部材の一種である²³⁾。

PC鋼材を用いたアンカー工法はヨーロッパの影響を受け、1964年～1970年頃フレシネーの定着工法がそのままアンカー定着に使用され、アンカー体のグラウト工法をPSアンカー工法として用いた²⁴⁾。

岩盤などに力を伝達するロックアンカーは、1934年にアルジェリアのCeurfasダムに²⁵⁾、日本でも1957年藤原ダムの副ダムに使用されていたが、土砂地盤に対してアンカーが用いられるようになったのは、1958年西ドイツが最初であり、注入加圧型のアンカーが用いられた。

一方、日本では1964年本四連絡橋に用いられ、アースアンカーと称されていたが、今ではロックとアースの区分境

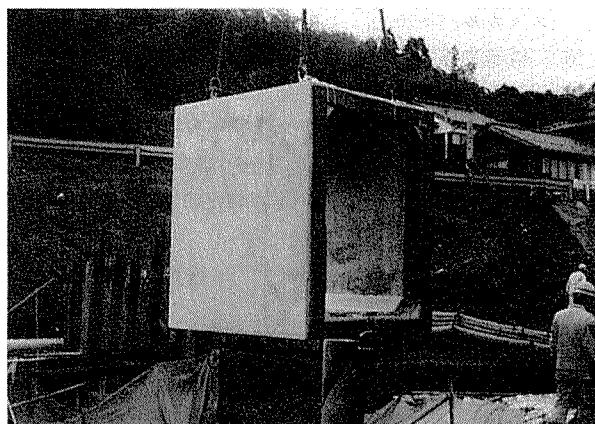


写真-8 PC樋管架設状況

界が明確でなくなり、国際的な用語として、1989年グラウンドアンカーと総称され「グラウンドアンカー設計・施工基準」として整備され現在利用されている。

永久アンカーとしては、構造物の転倒・浮上り防止、斜面安定対策アンカーである。定着地盤の支持方式は、摩擦型、支圧型、複合型となっている。

アンカー体を構成するグラウトは、当初セメントモルタルが多用されたが、現在ではセメントペーストが主流となっている。

耐腐食性から合成樹脂系グラウトも新素材のテンドンとともに使用されはじめている。

アンカーの設計は、まずアンカーに作用する設計アンカー力を求め、① テンドンの引張強さ、② アンカー体の地盤による引抜き抵抗、③ テンドンとグラウトの付着抵抗を、基準により（「地盤工学会基準」と「建築学会基準」でその値や検討方法が異なっている）算出し、各照査を行っている。

施工方法による種別としては、定着地盤まで削孔し、テンドン挿入、グラウトの「挿入型」と先端部に鋼製治具をもつ「打込み型」があり、またグラウト注入型は加圧状況により「加圧アンカー」、「無加圧アンカー」がある。また、アンカー頭部の定着方式は「くさび定着式」と「ナット定着式」の2種類がある。

斜面安定工法の頭部構造体としては、プレキャストされたコンクリートの形状が、各社、各協会から提案されているが、本誌特集号¹⁴⁾でも紹介されている。

4. その他のPC構造物

4.1 PC 煙突

鉛直方向にプレストレスを導入した高さ169.5mのPC煙突は、昭和61年沖縄で施工された。

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²⁶⁾。

風荷重では、共振風速(18.5m/sec)時に引張応力が生じないこととし、短期荷重については、地震力によって生じる曲げモーメントが各種地震波入力時や暴風時を包絡するため(建設省告示昭和56年)これによった。

スリップフォーム工法での施工であったが、PC鋼材はPC鋼棒と後挿入のPCストランドを使用した。

4.2 PC ポール

鉄筋コンクリートポールは昭和9年頃から製作されていたが、森林資源の枯渇防止対策が昭和26年に国策となった頃から²⁷⁾、PCポールの研究が進み、昭和30年以後徐々に普及し、1954年送配通信線用ポールがJIS A 5309、1955年電車線用ポールがJIS A 5311として制定された。

1959年にJIS 5309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(写真-9)。

種類としては、送電、配電、通信用の1種と電車線用の2種があり、コンクリートは設計基準強度50N/mm²を使用している。



写真-9 PCポール (提供:日本コンクリート工業株)



写真-10 天井版の架設

電力用ポールの設計は、風速(40m/sec)時の短期荷重について、ひび割れ幅0.25mm、残留ひび割れを0.05mmと規定している。

4.3 トンネルPC天井版

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事となっている。そのためトンネル天井版にPCが利用された。

当時、PC天井版として火災時の高温による耐火性能の問題が取り上げられたが、確認実験の実施により²⁸⁾解決し、昭和48年中央自動車道恵那山トンネルの天井版に採用された(写真-10)。

設計荷重としては、作業荷重と風圧荷重(送気ダクトが1kN/m²~1.5kN/m²、排気ダクトが-3kN/m²~-2kN/m²)を考慮している。

参考文献

- 1) 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, p.40, 1992

- 2) 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
- 3) 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, p.42, 1966
- 4) 運輸省航空局(監)：空港コンクリート舗装構造設計要領, 1977
- 5) 運輸省航空局(監)：空港コンクリート舗装構造設計要領, 1990
- 6) 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
- 7) プレストレストコンクリート技術協会：特集 PC構造物の歴史散歩, プレストレストコンクリート, Vol.35, No.6, p.63, 1993
- 8) 和仁ほか：鉄道土木施工法, 山海堂, 1962
- 9) 日本道路協会：プレストレストコンクリート道路橋示方書, 1968
- 10) 土木学会：プレストレストコンクリート標準示方書, 1961
- 11) 日本道路協会：落石対策便覧, 1983.7
- 12) 土木学会：ロックシェットの耐衝撃設計, pp.57~102, 1999.6
- 13) 日本道路協会：落石対策便覧, 2000.6
- 14) 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, pp.40~47, 1991
- 15) 建設省土木研究所, 防衛大学, プレストレスト・コンクリート建設業協会：耐衝撃性に優れたロックシェットの設計法に関する共同研究, 2000.3
- 16) 日本建設機械化協会：新防雪工学ハンドブック, 1977.12
- 17) 北陸建設弘済会：PCスノーシェット標準設計解説書, 1976
- 18) 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
- 19) 福澤：コンクリート製品の歴史と動向・展望, 土木技術, Vol.55, No.2, 2000.2
- 20) PCウェル工法研究会：PCウェル工法研究会10周年記念誌, 1993.10
- 21) 中井ほか：PRCプレキャスト部材の一接合法に関する耐震性能試験, コンクリート工学, Vol.38, No.8, pp.33~39, 2000.8
- 22) 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
- 23) 地盤工学会：グラウンドアンカー工法の調査・設計から施工まで, 1997.3
- 24) 兼松ほか：特集 アースアンカー工法, プレストレストコンクリート, Vol.24, No.5, p.9, 1980
- 25) 藤田ほか：特集 グラウンドアンカー工法, プレストレストコンクリート, Vol.31, No.4, p.13, 1982
- 26) 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
- 27) 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, p.48, 1980
- 28) 井出ほか：恵那山トンネル天井版工事報告, プレストレストコンクリート, Vol.17, No.4, pp.27~31, 1975

【2000年8月11日受付】

◀ 刊行物案内 ▶

PC構造物の耐震設計の現状

—— 第27回PC技術講習会 ——

(平成11年2月)

頒布価格：5 000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