

仮設アンカーの現状

池田 勇*

1. はじめに

日本国内におけるアースアンカー工法の歴史は割合浅く、開削工事に伴う仮設の土留めアンカーとして使用され始めて 25 年ほどになる。

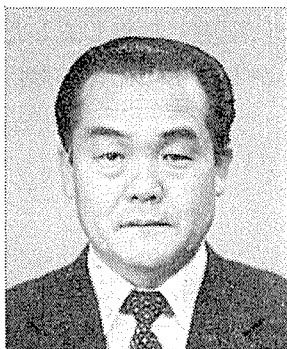
初めの 10 年ほどは、ヨーロッパから導入された技術を中心にアンカー工法の研究開発と実用化が進められ、施工実績を積み重ねると同時に、設計・施工指針の作成並びに基準化が進められてきた。

山留め用アースアンカーの実施にあたり最も重要なことは、安全性と信頼性の確保である。実績の少なかった初期の頃は、種々の地盤条件に対するアンカーの引抜き耐力などに関して未解明な点もあり、設計と施工とが適切でない場合における予期しない変位やアンカーの破壊などに対する懸念から、アンカー工法の採用に際して慎重な態度がとられたこともあった。

1976 年 9 月、土質工学会において「アースアンカー設計・施工基準」(JSF 規格：D 1-77) が制定され、また 1982 年 5 月には、FIP グラウンドアンカー分科会から国際的な指針として「グラウンドアンカーの設計・施工指針」が発行されたこともあり、最近の 10 年間でアンカー工法は急速な発展を遂げるに至った。

最近では、仮設アンカーとしては、年間 100 万 m 以上が施工されているものと推定される。アンカーに対する信頼性は高く、今後さらに施工数量は増加するものと思われる。

「アースアンカー」という呼称は、これまで我が国で一般的に使用されてきた馴染みのある名称であるが、



* Isamu IKEDA
東洋基礎工業(株) 営業本部

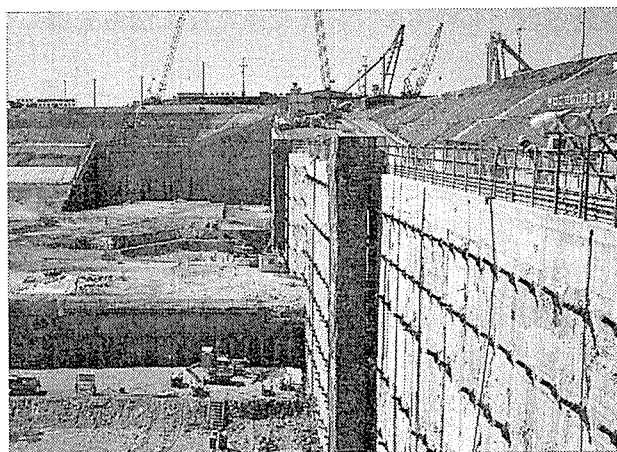
1985 年 5 月に発足した土質工学会のグラウンドアンカー基準改訂委員会により、1988 年 11 月に制定された「グラウンドアンカー設計・施工基準」(JSF 規格：D 1-88) において、今後は国際的な共通語となるべく「グラウンドアンカー」という名称に改訂されている。

2. 仮設アンカーの実状

グラウンドアンカーの用途は、開削内面の施工作業性が良く、工期の短縮が図れ、安全で経済的な施工が行えるなどの理由により、建築・土木とも開削工事に伴う山留め用としての使用が大半である。建物地下部分の根切のための山留めおよび地下鉄・鉄道・地下道路・原子力発電所・下水処理場・石油地下備蓄タンクなどの土木構造物の根切のための山留めとして積極的に使用され、さらにケーソン圧入の反力アンカーや載荷試験の反力アンカーなどとしても利用されている。

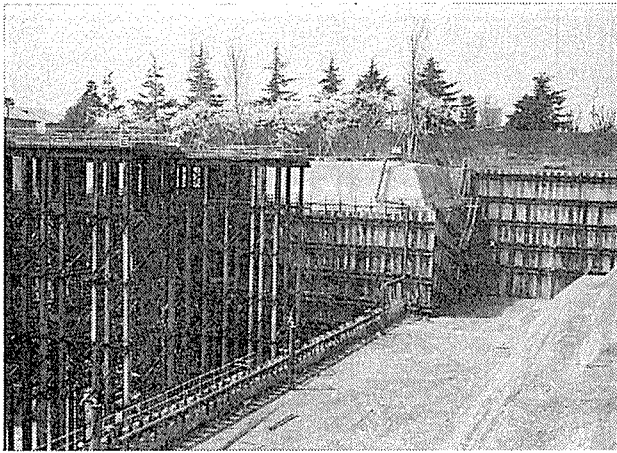
参考までに、いくつかの施工例を写真—1~6 に示す。グラウンドアンカー工法の採用にあたり、まず留意しなければならないことは、地盤条件の把握であることはいうまでもない。特にアンカーの定着地盤として堅固な地層を選定することが理想的であり、設計・施工上も技術的に容易となる。しかし最近では、堅固な地層の存在しない所でアンカーを使用することも多く、ゆるい砂層や粘性土にアンカーを定着する例もみられるようになり、設計・施工両面において鋭意研究されており、今後一層その成果が期待されることである。

グラウンドアンカー工法において、その安全性につい



写真—1 地中連続壁とアンカーによる止水・土留めの例

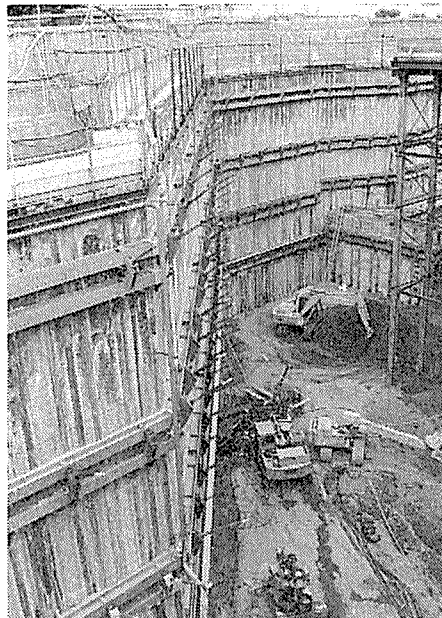
プレストレストコンクリート



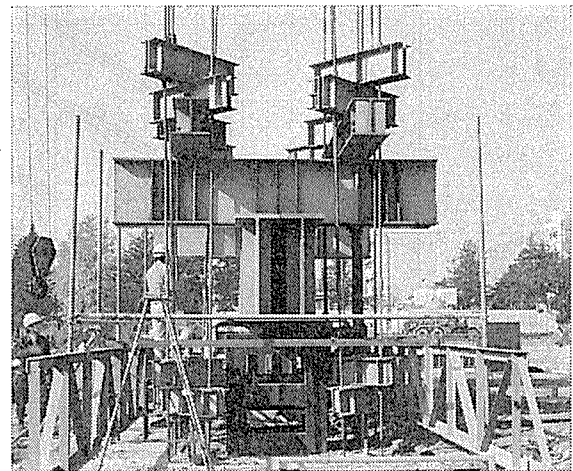
写真—2 ソイルセメント柱列杭とアンカーによる
止水・土留めの例



写真—5 トンネルエントランス部土留めアンカーの例



写真—3 ソイルセメント柱列杭とアンカーによる
止水・土留めの例



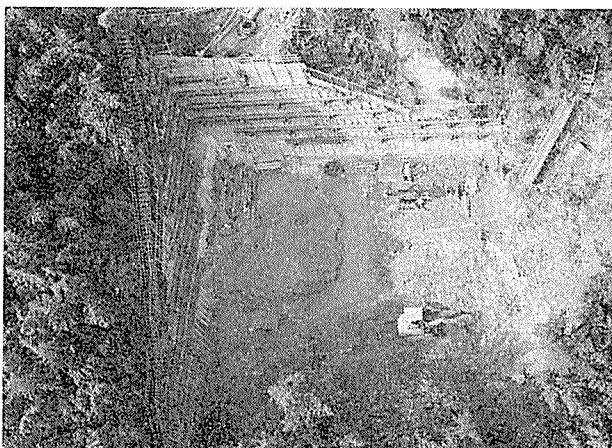
写真—6 載荷試験反力アンカーの例

ての信頼性が確保されてきたゆえんは、施工されたアンカーを1本ごとに全数確認試験を行って、変位・耐力などを確認してから次の工程である掘削工事へと進むように義務づけられていることからである。

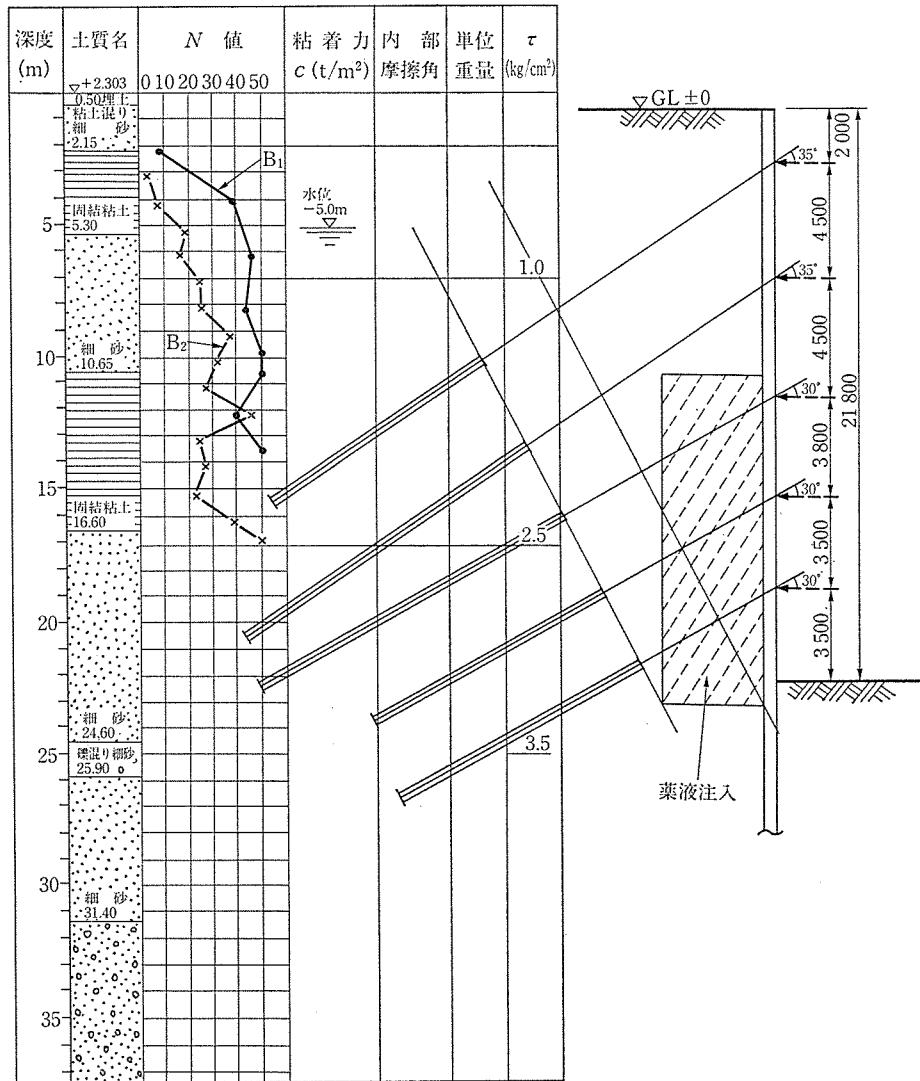
また、仮設アンカーとしては、安全性の次に経済性が重要な要素としてあげられる。過小な設計はもちろん危険であるが、過大な設計は不経済となる。グラウンドアンカーの場合、「設計」はあくまでも計画設計であり、実施工段階で設計と異なる地盤条件などが判明することはよくあることである。この場合一般に、設計者・管理者・施工者が臨機応変に打合せ・検討を行い、その都度現場の条件に適合した適切な内容に変更しながら施工が進められている。

大規模工事または施工例の少ない条件で計画をする場合には、一般に本施工に先立ち、基本試験（引抜き試験）または、適性試験（引張り試験）などの「試験工事」が実施されている。その結果に基づいて詳細な検討が行われ、設計・施工が行われている。

また、施工が比較的難しい長尺アンカーや湧水地盤に対する適用例も増加してきており、今後施工実績を積み



写真—4 鋼管親杭とアンカーによる土留めの例
(片側反力のない場合)



図—1 山留めアンカーの設計断面図の例

重ねることにより、よりしっかりとした技術の確立がなされていくものと期待される。

図—1 に山留めアンカーの設計断面図の一例を示す。

3. 仮設アンカーの留意点

仮設アンカーにも非常に多くの留意すべき点があるが、設計・施工上の主な留意点についていくつか述べてみる。

アンカーも、調査・準備・設計・施工のそれぞれが十分に適切に行われて、かつその関係もスムーズにいて初めて良いものが出来上がるのは、他の土木・建築工事と同様である。

まず、できる限り十分な調査を行い、土質・地下水の状態など地盤をよく知り、入念な設計・施工計画を立てることが大変重要である。十分な調査は、変更・手戻りなどを少なくし結局安全で工期の短い経済的な施工となる。

アンカー 1 本ごとの耐力は、確認試験で確認できるので問題ないが、アンカー長が短い場合などで全体安定に対する検討が不十分なことがある。全体安定に対する事前の設計検討も重要である。

設計時に見落としがちなもの、あるいは当初予定になくて根切後に急に必要になったりするものに、クレーンなど重機の集中荷重の問題がある。初めからよく考慮して全体計画を確立しておくことが望ましい。根切後のアンカーによる土留工補強は、困難な場合も多く、工期・工費のロスとなる。

ゆるい砂地盤などの施工において、山留めシートパイルなどの建込み時にすでに地盤をゆるめてしまい、アンカー施工時に施工を難しくするとともに、さらにゆるめやすくし、アンカー耐力の低下や山留めの過大な変形を招くことがある。このような状況では、山留めシートパイル建込み後、アンカー施工前に薬液注入などを行っておくことが望ましい。

腹起こしおよびブラケットは、十分強度に余裕を持ったものが望ましい。アンカー耐力には余裕があるが、腹起こしやブラケット強度が不足しているという場合がままある。

また、腹起こしと山留め壁との間隙は、コンクリート詰めなどを行い、荷重が設計どおり均等に伝達されるようにすることが必要である。

被圧砂層などの施工では、削孔時に湧水とともに土砂を流出し、背面をゆるめ、地盤沈下・アンカー耐力の低下・土圧の増大などを引き起こすことがあるので注意が必要である。このような地盤では、予め背面に必要な薬液注入などを行うとともに、口元管の使用などにより土砂を流出させない工夫が必要である。

以上は、仮設アンカーとしての調査・設計・施工上の留意点の主なものであるが、これらとは別に、自分の用地外へ打設したアンカーが、後の建設工事において障害物となるのが特に都市部において多くみられる。

そこで、アンカー供用後に地中障害物となって残置されるアンカーの引張り鋼材を撤去できる「除去式アンカー工法」が、我が国独自の技術として各種研究開発さ

れ、その後も工夫改良・開発が続けられている。

除去式アンカー工法は、アンカー供用時には十分な耐力を有するとともに、供用後は容易かつ確実にアンカーの引張り鋼材を撤去できることという相矛盾した条件を満足させるものでなければならず、各工法とも種々工夫がなされている。

図-2 に、現在までに開発供用されている主な除去式アンカー工法の機構上の分類を示す。

表-1 (次頁) には、主な除去式アンカー工法の種類と特徴を示す。

各工法とも長所・短所があるが、工事を安全・円滑・確実に行うためには、現場条件に最も適した工法を選定するとともに、技術者がその工法を良く理解して施工にあたる必要がある。

表-2 に主な除去式アンカー工法の施工実績とその推移を示した。

4. ま と め

いかに簡単なことと云えども、その基本を無視したことを行えば、トラブルにつながることもありうる。グラ

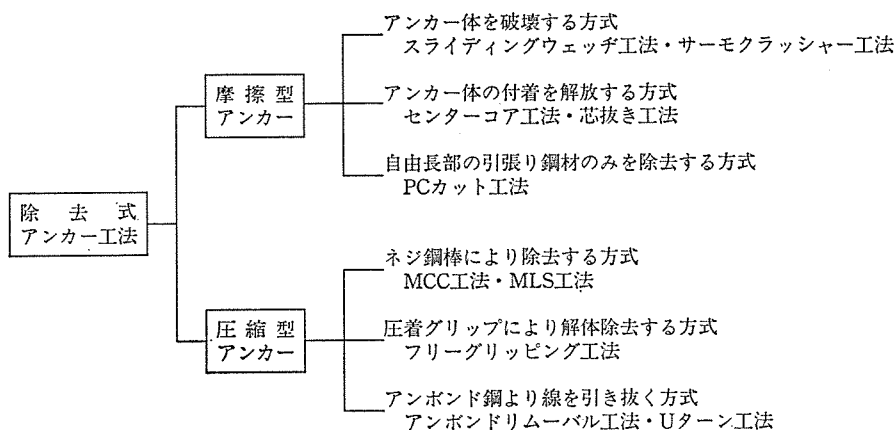


図-2 主な除去式アンカー工法の分類

表-2 主な除去式アンカー工法の施工実績と推移

(1989年3月現在)

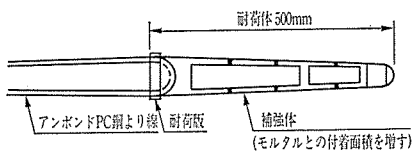
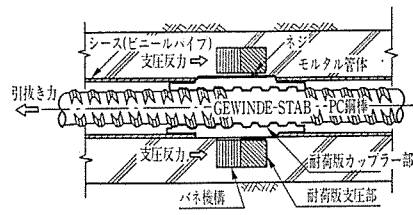
工 法 名	施 工 実 績			1975年	1980年	1985年
	件数	延本数	延長(m)			
MCC	531	3 859	60 200	○		
スライディングウェッジ	235	9 562	206 200	○	○	
芯抜き	80	3 333	50 000	○		○
MLS	7	200	3 000	○		
フリーグリップング	30	1 333	20 000		○	○
アンボンドリムーバル	140	12 500	170 000		○	○
Uターン	120	7 000	84 000		○	
センターコア	60	2 806	41 000			○

※各社よりの回答資料による

表-1 主な除去式アンカー

工 法 名	スライディング・ウェッジ工法	フリーグリップ工法	センターコア工法
引張り材 定着方式	摩 擦 型	圧 縮 型	摩 擦 型
アンカー ケーブル の構造	<p>定着長部</p> <p>アンカー体中央部は、ウェッジ引上げ用 PC 鋼より線の絶縁と除去ウェッジのガイドホールを構成するために塩化ビニール管を使用し、完全シールを行い中空となっている。</p> <p>定着用 PC 鋼より線は、除去ウェッジの羽根の間に入り塩化ビニール管に沿って結束されている。</p> <p>自由長部</p> <p>ガイドホール用塩化ビニール管の周囲に鋼より線を沿わせ、自由長防護テープで外周を覆っている。</p>	<p>定着長部</p> <p>耐荷体にアンボンド PC 鋼より線を挿入し、三角スプリングを介してスリーブが圧着され、二次注入用ホースがアンボンド PC 鋼より線に沿わせて配置されている。</p> <p>自由長部</p> <p>自由長部と定着長部の境に、フリーバックカーが装着され、手前はアンボンド PC 鋼より線と注入ホースが 2 本沿わせてある。</p>	<p>定着長部</p> <p>定着体中央に特殊形状のセンターコアを有し、その周囲に PC 鋼より線が 8 本（最大）配列されている。</p> <p>自由長部</p> <p>PC 鋼より線を包むようにコルゲートシースで覆われている。これは自由長部にグラウトが入り込まないためと、センターコアを引き抜き易くするためであり、定着長部との境界は完全にシール加工を行っている。</p>
原 理	除去ウェッジを引き上げて、アンカー体をくさび部による押上げと、羽根部による切断との両作用により破壊し、アンカー体の強度を著しく低下させ、PC 鋼より線を除去する。	グリップ力以上の荷重を加え脱着し引き抜く。	緊張力を解除し、センターコア引抜き鋼材を油圧ジャッキで引き抜きセンターコアを抜き取り、アンカー体中央に PC 鋼より線の付着解放面を形成する。PC 鋼より線を引張ると、内側へ剝離して抜ける。
除去の状況図	<p>除去用 PC 鋼より線 定着用 PC 鋼より線 アンカー管体 塩化ビニール管 除去ウェッジ 破壊面 定着用 PC 鋼より線</p>	<p>L スリーブ PC 鋼より線 アンカープレート 三角線スプリング</p> <p>①フリーグリップ ②アンボンド PC 鋼より線 ③先端支柱板 ④フレハブ強化モルタル ⑤フリーバックカー ⑥定着部セメント塊体 ⑦二次注入用パイプ A ⑧フリーバックカー影響パイプ B</p>	<p>供用時: PC 鋼より線 レジン センターコア 引抜き鋼材 引抜き鋼材 レジン グラウト センターコア コアカバー</p> <p>除去時: ①センターコア引抜き ②PC鋼材線切り・引抜き</p>
残 留 物	注入材 破壊された塩化ビニール管	注入材 耐荷体（プレハブ強化モルタル）シース類	注入材 シース類
最大荷重 (ケーブル 構成)	121T(φ12.7×10本) 145T(φ12.7×12本)	72T(φ17.8×4 本)	97T(φ12.7×8 本) 138T(φ15.2×8 本)
削 孔 径	φ115 mm φ140 mm	φ140 mm	φ125 mm φ140 mm
特 徴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 注入材と破壊された塩化ビニール管が残るだけで、地中障害物は残らない。 2. アンカー耐力に合わせて PC 鋼より線の本数を増やせる。 3. グラウト材は、セメントミルクに微細気泡を 20~30% 混入したエアミルクを使用しているため、均質であり、注入後もブリージングや沈下収縮が非常に少なく、定着用 PC 鋼より線や地盤との付着もよい。 4. 除去できる確率がきわめて高い。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 除去の構造原理が極めて簡単で、鋼線に除去できない要因が発生する可能性は全くない。 2. 構造が比較的簡単のため、施工管理が容易である。 3. 除去作業が容易で施工性にすぐれている。 4. アンカー打設後長期間経ても、除去荷重は変わらない。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引張り鋼材と、センターコア材を完全に撤去できる。 2. 小さい力で撤去できるので、段取りが簡単である。 3. 専用のハイスピードジャッキを使用するので、除去能率が良い。 4. 小さい削孔径で大きい耐力を得ることができる。 5. 砂地盤から岩まで、あらゆる地盤に適用できる。 6. 自由長部は、完全なためアンカーの品質が高い。 7. アンカー耐力に合わせて PC 鋼より線の本数を選択できる。

工法の種類と特徴

アンボンドリムーバル工法	MCC工法
<p>圧縮型</p>	<p>圧縮型</p>
<p>定着長部 耐荷体にアンボンドPC鋼より線をU字形に曲げ取り付ける。</p> <p>自由長部 アンボンドPC鋼より線がねじれないように結束する。</p>	<p>定着長部 全ネジ付きPC鋼棒に、グラウトが付着しないようにビニールパイプでシースしてあり、ネジ付きの耐荷版が複数ネジ結合されている。</p> <p>自由長部 全ネジ付きPC鋼棒をビニールパイプでシースしている。</p>
<p>緊張を解放し、PC鋼より線の片端にジャッキを取り付け引き抜く。</p>	<p>定着を解放したうえで、鋼棒自体を回転させることにより撤去される。</p>
	
<p>注入材 耐荷体（鑄鉄） シース類</p>	<p>注入材 耐荷版 シース類</p>
<p>90T(φ12.7×8 本)</p>	<p>57T(D=32 mm)</p>
<p>φ140 mm</p>	<p>内径 φ110 mm 以上</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. 確実に除去できる。 2. 除去の作業性がよい。 3. ケーブル加工が簡単である。 4. 除去荷重が小さい。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 確実かつ容易にPC鋼棒を撤去できる。 2. バネ機構の働きで、アンカー全長が有効に働く。 3. 地盤の変化に即応し長さの変更が容易である。 4. 除去したPC鋼棒の再使用が可能である。

ウンドアンカーも一般的な工法となり、多くの実績が積み重ねられているわけではあるが、その原則・基本を理解していない、あるいは忘れた、さらには無視したような設計・施工は、不具合を生じることがあり、時には重大な障害につながることも限らない。最低限必要な工程・工期・工費などは確保して、調査・設計・施工されることが望まれる。

最後に、大変にお忙しい中、資料を御提供くださるとともに貴重な御助言を賜りました、大成建設（株）内藤清司氏および潮工業（株）松岡毅氏に深く感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 内藤清司，中野澄男：アンカー工事における QC 事例，基礎工，1984 年 3 月
- 2) 鷹野昭治，藤野 一：日本におけるアンカーの使用状況，基礎工，1987 年 12 月
- 3) 中野澄男，内藤清司：除去式アンカー工法の種類と特徴，基礎工，1987 年 12 月
- 4) アンカー工法標準施工マニュアル：日本アンカー協会，昭和 63 年 7 月版

【1989 年 4 月 22 日受付】

◀刊行物案内▶

穴あき PC 板設計施工指針・同解説（改訂版）

本書は、建築基準法改正ならびに技術の進歩に伴い、10 年前に発行した「穴あき PC 板設計施工指針・同解説」を改訂し、公表するもので、その後の委員会で行った実験結果等を数多く添付してあります。ご希望の方は、代金を添え（現金書留か郵便振替東京 7-62774）プレストレストコンクリート技術協会（電話 03-260-2521）宛お申し込みください。

体 裁：B 5 判 134 頁

頒布価格：2,000 円

送 料：450 円

内 容：1. 総則 2. 材料および許容応力度 3. 部材の設計 4. 構造設計 5. 接合部の設計 6. 施工 付録：1. 標準断面と定数 2. 組立床の設計例 3. 合成床の設計例 4. 床版の剛性評価 5. 壁板の設計例 6. 土留めの設計例 7. 床版の取付け例 8. 壁板の取付け例 9. 部材の曲げ試験 10. 合成床版の載荷試験 11. 合成床版の長期載荷実験 12. 層間変位を考慮した張壁構造の水平加力実験 13. 床構造の実験 14. 板の特性に関する試験 15. 取付け金物の耐力試験結果 16. 耐火構造