

川俣ダム・城山地下発電所などにおけるプレストレス を利用した岩盤処理

— 岩盤緊結工法 —

百 島 祐 信*

1. ま え が き

プレストレスを利用した岩盤の処理は、大体つぎのごとく大別される。

- a) 構造物を岩盤にプレストレスを利用して緊結し、転倒あるいは滑動に対して安全な構造とする場合。
- b) 構造物の基礎となる岩盤自身にプレストレスを導入することにより、基礎岩盤の改良を目的とする場合。
- c) 壁面となる岩盤にプレストレスを導入し、脱落、崩壊を防ぐ場合。

このうち a) の場合については、1935 年フランス領アルジェリアの Cheurfas ダム¹⁾において、かさ上げの必要が生じた際に、断面の不足を補う目的でケーブルを基礎岩盤にアンカーし、ダムの頂部でプレストレスを導入したものが最初であり、その後、1948 年ドイツの Wehlen において Mosel 川にかかる吊橋²⁾のアンカーブロックを岩盤に定着したこともあるが、いわゆる P C 鋼材を用いて岩盤にアンカーすることを最初に実施したのは、スイスの M. Birkenmair³⁾ 氏である。その後、乾ドックの底版、ダムの Up-lift pressure に対するアンカー、ケーブルクレーンの基礎、などさまざまな構造物について岩盤に対する定着が行なわれ、わが国でも藤原ダムの副ダムの越流部に施工された⁴⁾。

これらはいづれも構造物の安定を目的とするものであり、岩盤の処理としては副次的なものである。これに反し b) および c) の場合は、岩盤を処理することが目的である。

川俣ダムにおいては、b) と c) の併用、城山地下発電所においては、c) の場合についての岩盤処理を行なったので、以下簡単にこれらについて報告することとする。

2. 川俣ダムの基礎岩盤処理⁵⁾

(1) 川俣ダムの基礎岩盤

川俣ダムは、鬼怒川の上流に建設された、高さ 117 m 堤頂長 133 m の薄肉アーチダムであって、鬼怒川治水の一環として計画され、建設省が直轄施行した多目的ダ

ムである(写真-1, 図-1 (a), (b))。ダム地点は瀬戸合峽と呼ばれ、全体として石英粗面岩質溶結凝灰岩からなる急しゅんな狭い U 字形の谷をつくっている。ダムサイトの石英粗面岩はきわめて硬く浸食に対する抵抗力が大きい。図-2 に示すように左岸のアーチアバットメントには厚さ 5~7 m の⑩断層があり、さらにスラスト線と 40°~50° の角度をもった①断層と数多くのシーム群が存在

写真-1 川俣ダム

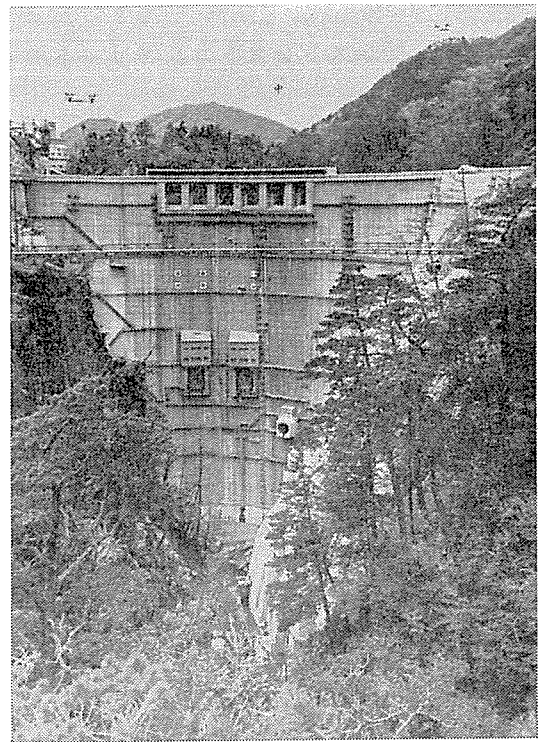
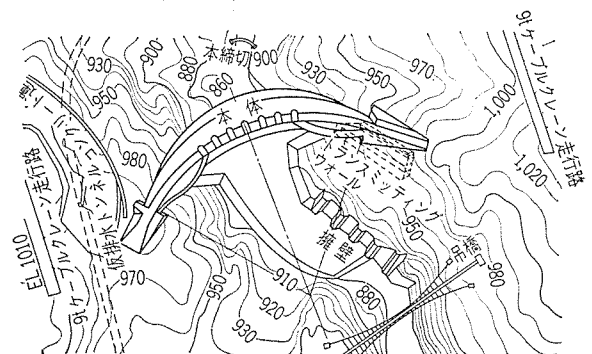


図-1 (a) 川俣ダム平面図



* 鹿島建設株式会社土木設計部

図-1 (b) 川俣ダム上流面

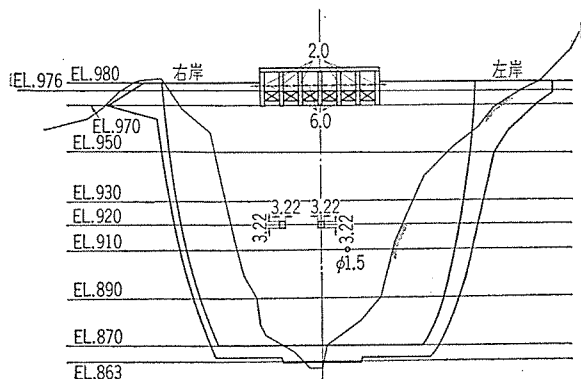


図-1 (c) 川俣ダム断面図

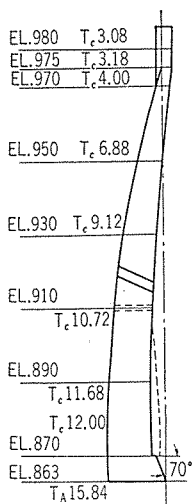
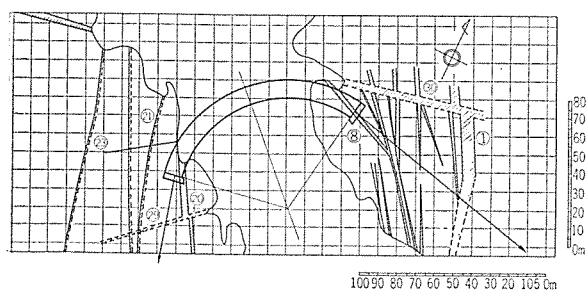


図-2 ダムサイトの水平地質断面図 (EL. 930 m)

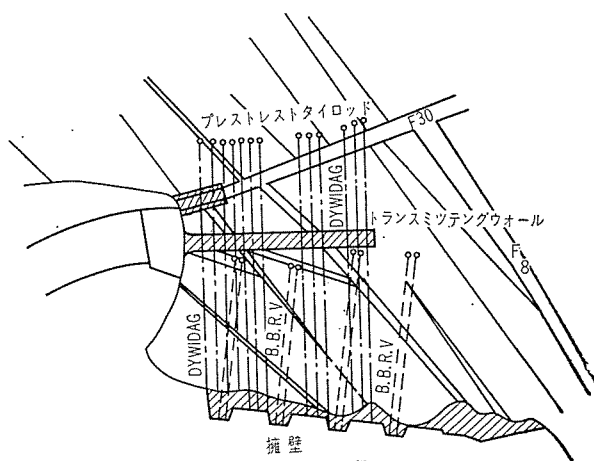


在している。したがって、この①断層と⑩断層の中にはさまれる部分がアーチスラストによってせん断破壊をおこさないような処置が必要となった。したがって、ダム設計上

1) アーチアバットメントをできるだけ山側に追込むこと、2) スラストラインができるだけ山側に向くような位置、形状を選定すること、などのほか、基礎岩盤の補強の手段がとられている。

このうち基礎岩盤処理の方法として図-3に示すようにトランスミッティングウォール (Transmitting Wall) の方法と同時にプレストレストタイロッド (Pre-stressed Tierods) を併用し、さらに岩盤のすべり面の

図-3 川俣ダム岩盤処理工事平面図 (EL. 910)



末端をおさえる二次的補強のため、左岸壁面の下部にコンクリートよう壁を設けてこれにプレストレスを加えて岩盤に定着する方法を用いている。

(2) プレストレスト タイロッド

トランスミッティングウォールはあたかも基礎杭のごとく、地山の奥深くアーチのスラストを伝達するものであるが¹⁾、この施工により山を二分するという好ましくない現象を生じ、また施工の過程において、岩盤にゆるみを生ずるので、この一体化をはかること、2) 岩盤表面の崩落を防ぐこと、3) 貯水位の変動によるくりかえし荷重によりヤング率の異なるトランスミッティングウォールと周囲の岩盤とがはく離しないようにすることなどのためにプレストレストタイロッドが併用された。その量は、トランスミッティングウォールの側面に満水時のダムから伝達される荷重の4%に当たる15000 tのプレストレス (5 t/m²) であった。これは模型実験で、岩盤が完全弾性体であると仮定した場合に生ずるスラストに直交する引張力の全量よりやや多い力である。

この工事は、ボーリングの工事費が相当部分を占めるので、地表からボーリングするとすれば、きり立った岩盤面に足場を作り、相当長いボーリング (50~60 m) をすることは不経済なので、トランスミッティングウォールの施工時に、その一部に作業坑 (PSギャラリーと称する) を作り、ここから施工した。このため、ボーリングの足場は不要となり、ボーリング長は25~35 mに短縮され、また他のダム工事に支障を与えることなく施工できた。このため、作業坑内からの鋼材のそう入が容易で、せまい場所での緊張作業が容易かつ確実な工法が有利であり、経済性、および約15000 tのプレストレスを与えるための施工配置が検討された結果PC鋼棒3種 SBPC 95/120, φ27 mm 6本を1組とするDywidag

図-4 プレストレスト タイロッドの配置横断面図

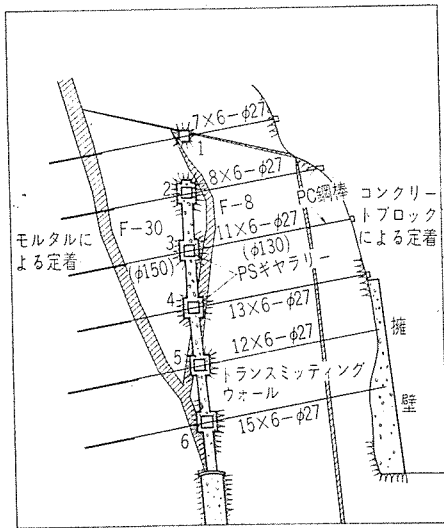
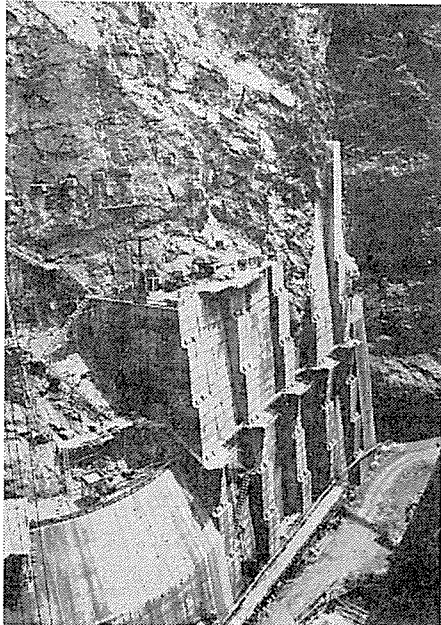


写真-2 施工中のプレレスト タイロッド



工法が採用された。

PC鋼棒の配置は図-3および図-4に示す。すなわち、トランスミッティングウォール内の6坑のPSギャラリーにおいて平均2.5m間隔で山側(φ150mm)および川側(φ130mm)へ、それぞれ20~35mのボーリングを行ない、孔内でφ27mmの3種PC鋼棒6本を1組としてそう入し(写真-3(a))、山側の端部はモルタルで定着し、川側の端部はのり面のコンクリートブロック内に特別な定着具(写真-3(b))で定着後、山川両側ともそれぞれ1孔当たり240tの引張力を与え両側のPSギャラリー内コンクリートブロック(写真-3(c))を介して緊結し、各PSギャラリー内において7~15カ所、総計15840tのプレストレスを与えた(表-1)。各PC鋼棒の設計引張力は降伏点荷重の70%とし、摩擦損

写真-3(a) そう入作業

ボーリング孔φ150mmへPC鋼棒をそう入するところ。先端部はアンカープレートをはさんで六角ナットで固定されている。PC鋼棒は300mmずらして2種類を使用している。

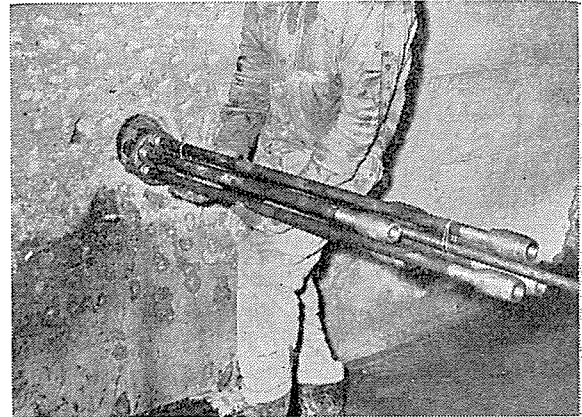


写真-3(b) のり面アンカープレート

とう管アンカープレートは、緊張力が支圧応力と付着応力とに分れて、かかる応力を軽減する目的で使用されている。とう管の側面にある穴は、コンクリートの詰め込みを容易にするためのものである。

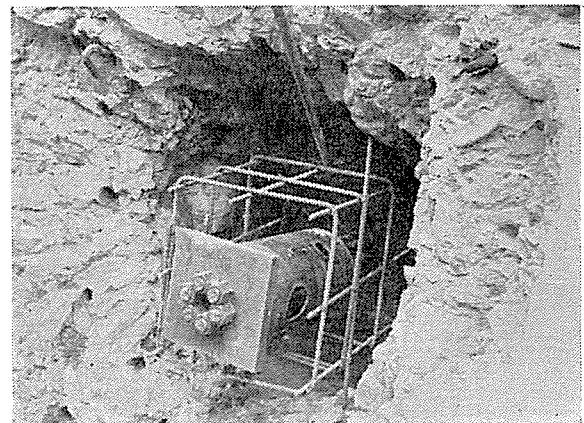


写真-3(c) 接続部の組立て

PSギャラリー内で、φ150mm孔とφ130mm孔のPC鋼棒を交差させ緊張したとき、この部分に引張力が山側と川側に伝達される。すなわち、コンクリートを介して山側と川側の鋼棒が接続される。

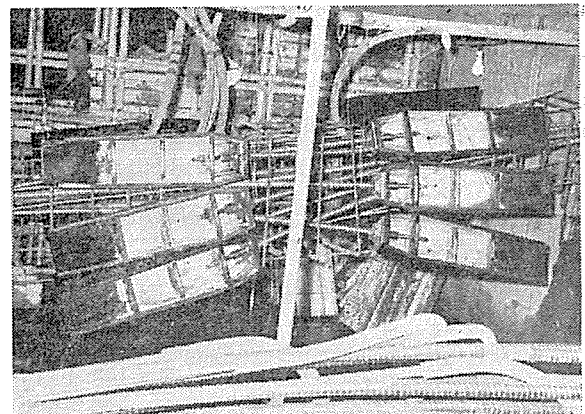
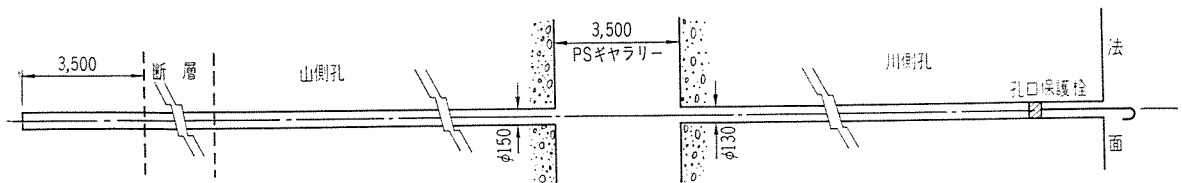


図-5 施 工 順 序

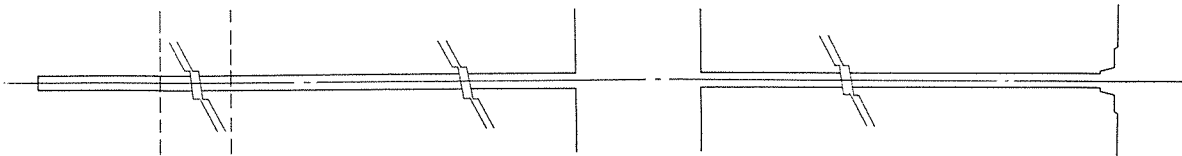
P S 坑内より山側へ傾角10°、川側へ傾角10°にて穿孔する。(山側φ150mm、川側φ130mm)崩壊がある場合はセメンテーションを行ない、孔内の清掃を実施してから、測量により孔の深さを確認する。法面アンカー頭部の岩盤切り作業により、破片・ゴミなどが孔内にはいらないように栓をする。

(a)



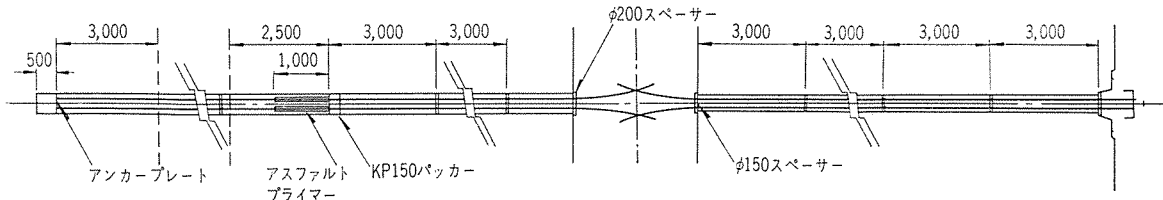
法面アンカー頭部取付けの孔口をひろげる。破片・ゴミなどを取除いたのち栓を取り去る。

(b)



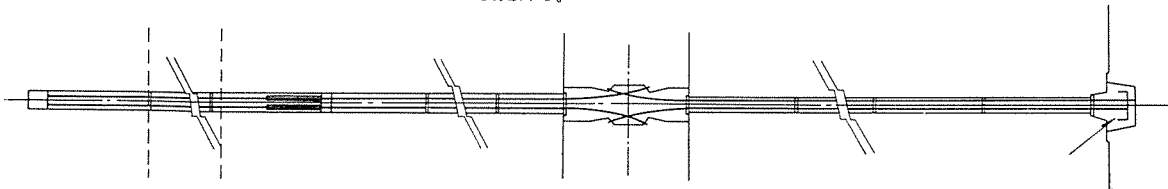
山側孔はP C鋼棒を配置し、非緊張側アンカープレート・注入パイプ・排気パイプ・KP150型バッカーを取付け挿入する。挿入中、適時に最終注入パイプ・スペーサーを配置する。川側孔はP C鋼棒を配置し、スペーサー注入パイプを取付け挿入する。挿入終了後、非緊張側アンカープレートを取付ける。

(c)



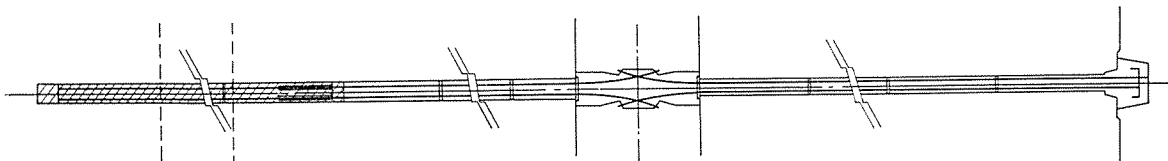
(d)

アンカーコンクリート部には鋼棒にシースを被せ、アンカープレートを取付ける。鉄筋を組立て、コンクリートを打設する。



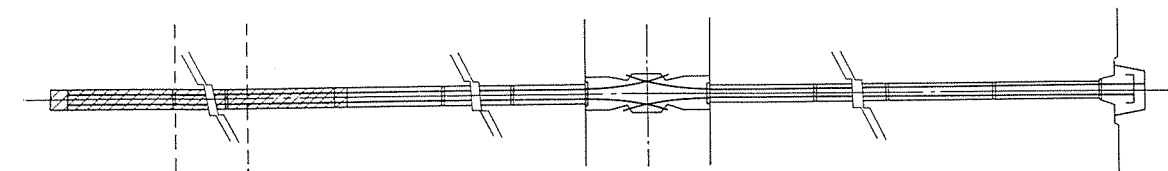
(e)

バッカーにエアを送り、バッカーを抜ける。注入パイプよりフロー値15~18のモルタルを注入する。排気パイプより注入モルタルと同フロー値のモルタルが排出されたところで、排気パイプを閉じる。モルタル注入完了後、注入バルブを閉じ、硬化を待つ。



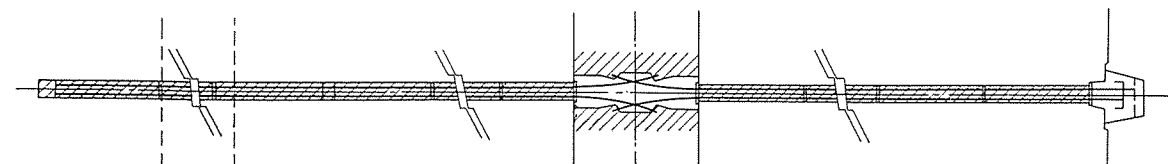
(f)

注入モルタル硬化後、緊張を行ない、鋼棒1本当たり40tの緊張を与える。



(g)

3週間後、再緊張を行ない、最終注入パイプよりモルタルを注入する。アンカー頭部をコンクリートによって密閉する。



表一 川俣ダム岩盤プレストレス工事概要

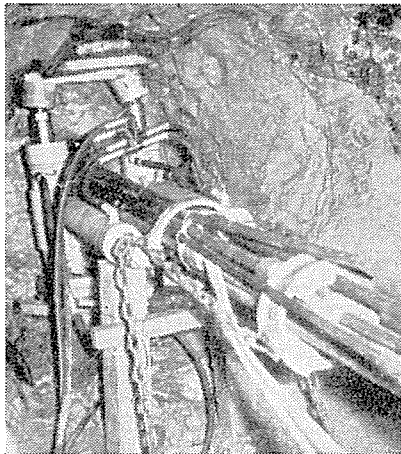
ギャラリー番号	EL	緊張箇所	せん孔延長		鋼棒延長		鋼棒トン数 t	緊張トン数 t
			φ 150 mm	φ 130 mm	φ 150 mm	φ 130 mm		
1	943.5	7	174.6	164.2	1141.2	1107.6	9.54	1680
2	930.5	8	166.8	249.4	1083.3	2217.6	13.40	1920
3	917	11	237.2	339.8	1541.4	2220.3	15.95	2640
4	903	13	275	400.6	1792.8	2618.4	18.71	3120
5	890	12	243	334.1	1572.2	2168.1	15.86	2880
6	865	15	357.1	433	2295	2869.2	21.90	3600
計		66	1453.7	1931.1	9425.6	13201.2	95.36	15840

失定着後のクリープなどによるゆるみを約 12% 考慮して、初期のプレストレスは 1 本当たり 42.5 t とした。これは降伏点荷重の約 80% である。

これらの作業順序は 図-5 に示す。

PS ギャラリーは、2.5 m × 3.5 m の断面であるため、この中の作業を容易にするように 2.5 m ~ 3.5 m の PC 鋼棒を継ぎ足しながらそう入したので、作業はきわめて容易であった。そう入にはヒッパラーまたは油圧式そう入装置 (写真-4) を使用した。

写真-4 油圧式 PC 鋼棒そう入装置



定着長は試験により約 6 m を標準とし、エアパッカーを PC 鋼棒に組み込んでそう入した。パッカーから 1 m の部分は、付着力の集中を防ぐためアスファルト プライマー (厚 1 mm) で絶縁した。定着部のグラウトは、

パッカーを 5~6 kg/cm² の圧縮空気ではげ、つぎの配合のモルタルを脈動のともなわないスクリュウ式ポンプにより低圧 (5~7 kg/cm²) で徐々に注入し、リターンパイプからフロー値 16 sec 程度のモルタルが返ってからリターンバルブを閉じた。

配合

普通ポルトランドセメント	100 kg
水	45 kg
砂 (2.5 mm 以下)	45 kg
ポゾリス No.8	300 g
アルミ粉	10 g
リターン	150 cc
フロー値	16~18 sec

緊張は、PS ギャラリー内のアンカー ブロックの PC 鋼棒を 1 本ごとに Dywidag ジャッキで 1 本当たり 40 t の緊張を行なった。緊張荷重は、マンメーターにより伸びはオート カウンターおよびユースタント メッサー (鋼棒伸び計) によって測定し、計算値と比較確認した。計算による伸び量よりも一般に実測した伸び量は 5~10 mm 程度 (1% 程度) 多かった。

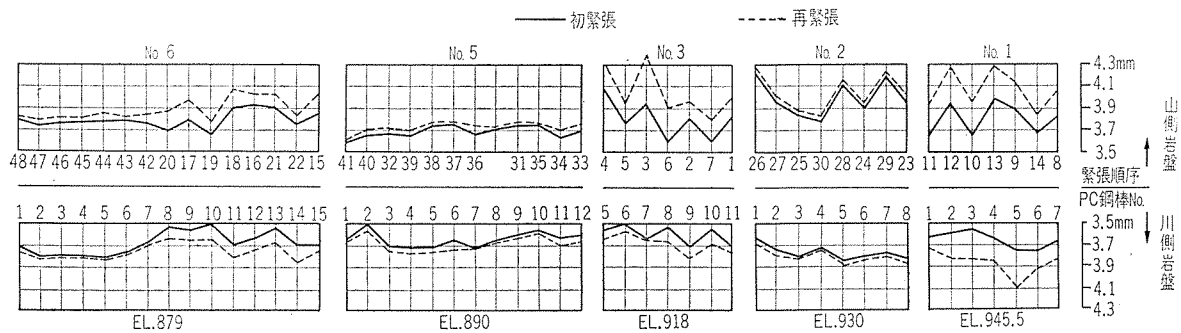
緊張後約 1 ヶ月間放置して再緊張したが、施工場所、施工順序などによってゆるみ量に多少の差が見られた。荷重の減少率は 2~5% であった。これを PC 鋼棒の伸びによって測定した結果は 図-6 のごとくだった。

(3) よう壁の岩盤への定着

岩盤のすべり面の末端をおさえる二次的な補強として施工されたよう壁を岩盤に定着し、かつプレストレスを加えるために B.B.R.V 工法および φ 52 mm のワイヤロープによりそれぞれ左岸、右岸で施工された。

B.B.R.V 工法では、44-φ 6 mm の PC ケーブルを φ 100 mm、深さ 30~40 m のボーリング孔にそう入し、端部 5.5 m の長さの定着部を Dywidag 工法の場合とほぼ同様にエアパッカーを使用する方法で、グラウトモルタルにより定着し、1 孔当たり 140 t、総量で 8400 t のプレストレスを導入した。緊張後 1 ヶ月放置して再緊張したが、導入応力も小さかったのでゆるみ量は 1~3%

図-6 各標高における PC 鋼棒単位長当たりの実測伸び



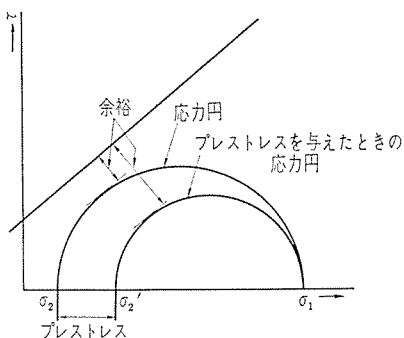
(PC 鋼棒単位長当たりの計算伸び=3.5mm)

となった。この場合には、緊張側の定着部の寸法が大きく、使用するジャッキ（200 t センターホール）も相当に重いばかりでなく、そう入するPCケーブルは長いものを取扱う必要があるので、作業足場には十分余裕をとり、また、材料の運搬にもある程度の設備を必要とした。

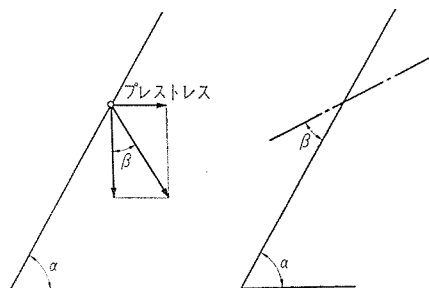
（４） 岩盤処理の力学的考察

岩盤に対するプレストレスの導入は、岩盤の力学的性状について不明の点の多い現在、種々の問題をふくんでおり、今後研究されるべき課題が非常に多いのであるが、この場合、一応岩盤を弾性体と考え、モールの破壊説にしたがえば、図一七に示されるように破壊強さに対する余裕を大きくさせるものとして評価され、また図一八に

図一七 モールの破壊説による岩盤プレストレスの効果



図一八 のり面安定に対するプレストレスの効果



示すように岩塊の崩落に対し、のり面こう配がβだけゆるい傾斜になったと同様の効果をもつ、と考えたのである。しかし今日、岩盤力学は、その開発の緒についたばかりであり、クラック、シーム断層破碎帯をふくむ、いわゆる“塊体”について単に均等質の弾性体と考えることは、必ずしも適当でないといえる。したがって、岩盤力学の進歩とともに、さらに合理的な設計、計画がなされるならば、プレストレスによる岩盤の処理は今後広く活用されることと予想される。

3. 城山地下発電所の岩盤処理

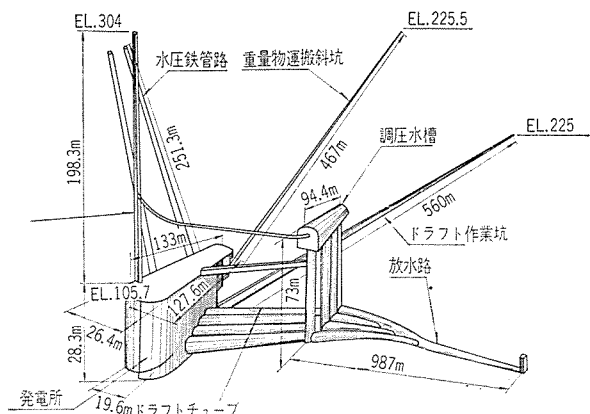
（１） 城山発電所の岩盤

城山発電所は、相模川総合開発の一環として、神奈川県が神奈川県城山町に計画した最大出力の 250 000 kW

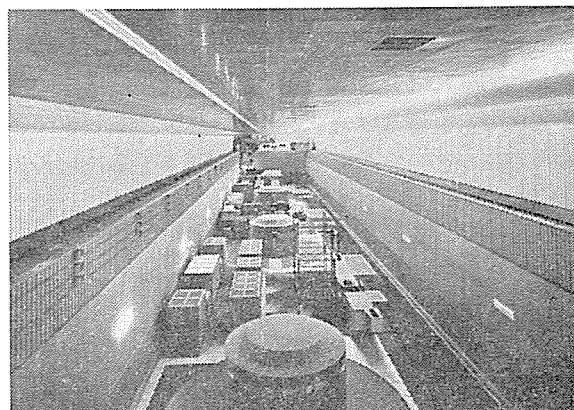
の地下式発電所で、城山貯水池から深夜の余剰電力を利用して揚水貯留を行ない、ピーク負荷時に放水する日調整式揚水発電所である。

発電所は 図一九 に示すとおり幅 26.4 m、長 133.0 m、高さ 38.2 m のコンクリート壁にかこまれた空間で、地表面下約 230 m に位置し、65 000 kW フランシス型水車 4 基と、70 000 kVA の立軸発電機をその中に収容している。

図一九 城山発電所地下構造物配置図



写真一五 城山地下発電所



この発電所地点は、小仏層群の鶴川破碎帯に属し、地質は粘板岩（約 70%）と砂岩（約 30%）で、粘板岩は発電所長手方向に層をなして走り、薄い平らな片となつてはく離する。前述のとおりこの発電所は、丸ビルにも比すべき大空間を地下 230 m の深部に、しかも軟岩破碎帯中に掘ったのであって、まことに難工事であった。

（２） 発電所掘削施工に際してのプレストレスによる岩盤処理

幅 20 m 側壁高さ 30 m、長さ 130 m という大空間を地下の深部に開削した場合の側壁におよぼす圧力は、岩盤生成時より現在に至るまでの内部応力のいかに関係するので、とうてい予知できないのであるが、作業坑などの掘削状況などを考慮して一応 10 t/m² と推定された。

しかし、ざり出し立坑、ドラフト作業坑などで掘削時にはまったくなかった岩盤の圧力が、時日の経過とともに

に岩膨張により増大し、水平に配置した H-150 の鋼製支保工がアメのようにわん曲するという事態を生じた。

上述の発電所空間を掘削するためには

- a) 胴ばり工法
- b) 坑道切上りによる巻立工法
- c) プレストレスによる緊結工法 (図-10 (a), (b))

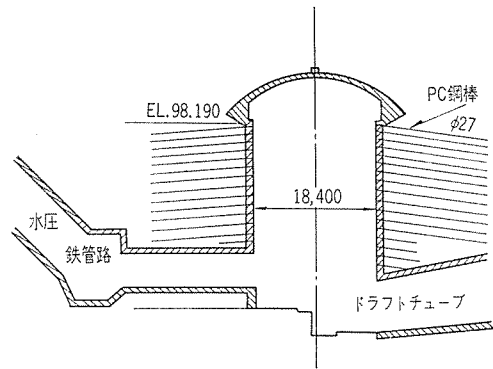
の3種類の工法が比較検討された。

a) 胴ばり工法 これは地下鉄などの工事に用いられるように鉄骨をたてこみ、これに胴ばりをかけて行なう工法であるが、ばく大な材料を要し、鉄骨組立て中は盤下げを中止しなければならず、また発破もかけられない。さらにブルドーザーなどを用いた機械掘削は非常な制約を受け能率が低下するなどの欠点をもっている。

b) 坑道切上りによる巻立工法 これは掘削の底盤に導坑を発電所周囲に掘削し、これから切上りながら本巻きコンクリートを打って行きこれが完成したのち一挙に内部を掘削する方法であるが、これにはばく大な工費と時日を要するばかりでなく、本巻きコンクリートの型わく鉄筋の組立て作業が困難で、仕上りのよいことを期待できない。

c) プレストレスによる緊結工法 これはPC鋼棒により発電所の仮巻きコンクリートを周囲の岩盤に定着し、かつ岩盤にプレストレスを導入して岩の圧力をおさえる方法で、仮巻きコンクリートとプレストレス作業を追って掘削が広い空間ででき、掘削後本巻きコンクリ

図-10 (b) プレストレスによる緊結工法 (モルタル定着)



トが支障なく施工できるばかりでなく、プレストレッシングの用具を用いて随時に容易に仮巻きコンクリートにかかる圧力を測定できるので、作業の安全性を高めることができる。

このような利点をもっているので、プレストレスによる緊結工法が選ばれた。ただし、この工法では定着のため 図-10 (a) に示すように、定着用ギャラリーによる場合と 図-10 (b) に示すようにグラウトによる付着を利用する場合とがある。前者は定着が確実であり、定着用ギャラリー内で緊張作業をすれば、内部の掘削作業に支障を与えず、また岩盤にプレストレスを広範囲に導入できるが、本工事ではギャラリーの延長が 300 m 以上にもおよび、この掘削、コンクリートの巻立てなどに日時を要するので、グラウトによる定着が工期の点から採用された。

(3) プレストレスによる緊結工法の実施

前に述べたように 10 t/m² の岩の圧力を相定し、図-

図-11 PC 鋼棒配置平面図

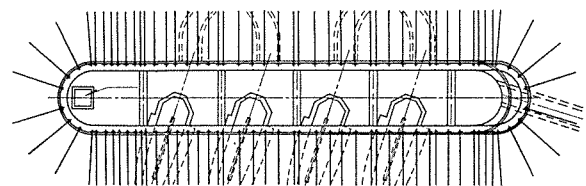


図-10 (a) プレストレス緊結工法 (ギャラリー定着)

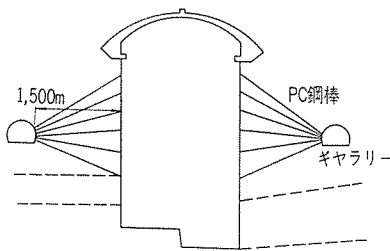
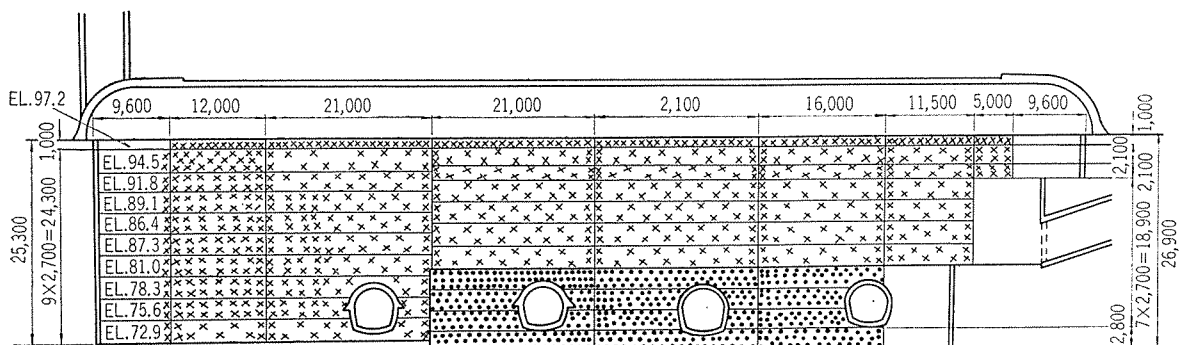


図-12 PC 鋼棒配置平面図



x: PC鋼棒によるプレストレス位置
・: 異型丸鋼によるロックボルト位置

写真-6 城山発電所掘削状況



10 (b), 図-11, 12 のごとくに配置した。

工程を短縮すること、仮巻きコンクリートを厚くしないように、1本当たりのプレストレスを過大にしないこと、作業が容易であり大きな足場を要しないこと、再緊張が可能であること、などの要求により SBPS 95/120 $\phi 27$ mm を用いた Dywidag 工法が採用された。ボーリングは、工期と工費を少なくするために PR-123 さく岩機を搭載したフローラードリルによって、 $\phi 75$ mm 深さ 15.5 mm の孔を施工した。

仮巻きコンクリートの施工後ただちにボーリングを実施し、フロー値 20 秒程度のモルタルをグラウトポンプで注入したのち、グラウトがまだ固まらないうちに $\phi 27$ mm の P C 鋼棒をそう入する。

P C 鋼棒の長さは全長 15 m で、8 m と 7 m のものをカップラーで接続し、最先端にナットを取付け、アンカーが確実になるようにしてある。

カップラーから奥の 7 m はモルタルと付着して定着部となり、孔口からカップラーまでの 8 m は鋼棒表面に 2 mm 程度のアスファルトを塗布して付着しないようにした。

P C 鋼棒をそう入した翌日に、孔口部にアンカープレート背面にドライ パッキングして、緊張部の定着部を形成した。Dywidag 工法のアンカープレートを用いているので、この部分には特別な補強はしていない。

ドライ パッキングのモルタル強度が、 300 kg/cm^2 以上グラウト モルタルの強度が 200 kg/cm^2 以上(グラウト後 5 日)となったならば、Dywidag ジャッキにより 30 t (降伏点応力度の 60%) のプレストレスを導入した。

この工事においては 1387 本の P C 鋼棒により 42000 t のプレストレスを導入した。

当初 30 t で緊張した鋼棒を Dywidag ジャッキを用いてマンメーターにより測定すると、軟岩部では日時を追って引張力が増加することが判明したので、当初の計画で 4 m^2 に 1 本の割合で配置したほかに、あとから P C

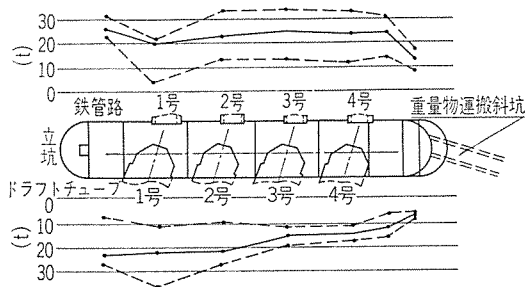
表-2 城山発電所モルタル配合表

	グラウト	ドライ パッキング
セメント	100 kg	100 kg
水	48 kg	27 kg
ポゾリス No. 8	250 g	50 g
アルミ粉	20 g	—
砂	100 kg	150 kg

鋼棒の数を増して 2 m^2 1 本の割合に増加した部分もある。しかも、仮巻きの壁面にはクラックはほとんど生ぜず、全面的に壁が押されたようであった。2 ヶ月間で 10 ~ 15 t 増加したので P C 鋼棒の破断を恐れて増加分だけゆるめる作業を実施し、さらに 2 回にわたってゆるめた部分もある。発電所全周にわたる引張力の増加状況は、図-13 のとおりで、最大 35 t、平均して 20 t の増となっている。

一部には、さらに安全のため鉄骨による胴ばりを施したが、一昨年夏には発電機のすえつけを終り、本巻コンクリートも完成している。

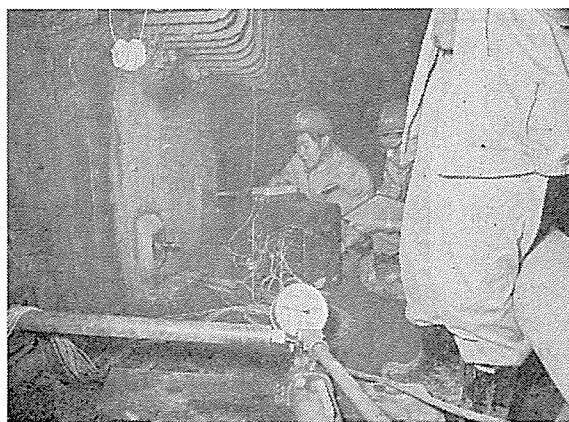
図-13 発電所側壁部 P C 鋼棒引張力の増加状況



(4) グラウトによる定着

グラウトにより P C 鋼材を定着して P C 鋼棒に引張力を与えると、定着の始点に応力が極大となり以下奥に行くにしたがって減少してゆくことは想像される。これを

写真-7 定着部応力度の測定



P C 鋼棒の応力度を測定して、その定着効果を試験してみると 図-14 のごとくなる。この試験は $\phi 27$ mm について行なった。

付着応力曲線の形からその頂点を境に付着力の機構が

図-14 (a) 定着部の P C 鋼棒引張力

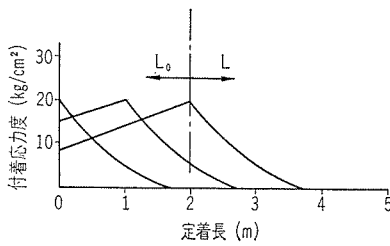
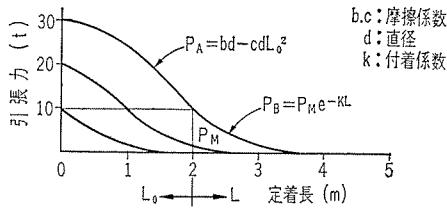


図-14 (b) 定着部の付着応力



本質的に相違しており、頂点より手前は摩擦による抵抗部分、奥は付着力による抵抗部分と区別しうるのはないと考えられる。これは鉄筋のボンドテストの結果から考察されたものと近似している⁹⁾。

付着部分は鋼棒と周囲のモルタルの境界面には相対変位がなく、摩擦部分は相対変位を生じていると推定される。相対変位を生じている部分は、鋼棒とモルタルの微小空間に関係し、相対変位を生じることによって受動的にモルタルにより支圧され抵抗力を生じているのではないと思われる。

なお、P C 鋼棒の応力度から推定される理論的な定着部の伸び量と実測の伸び量を比較すると 20% 程度実測値は大きくなっている (表-3)。

表-3

引張荷重 (t)	5.4	12.7	15.2	19.6	25.3	30.4
実測値 (mm)	0.6	1.1	1.6	2.5	3.6	5.1
計算値 (mm)	0.4	0.9	1.3	2.0	3.0	4.2

以上の試験によれば、 $\phi 27$ mm の鋼棒で 40~50 t の引張力に対して定着するには 5~6 m の定着長で十分安全である。しかしこれはモルタルと P C 鋼棒の付着であり、モルタルと岩盤との付着については測定できなかったが、これは当然定着すべき岩盤によりその抵抗力が異なるし、また孔径、孔の内面の粗度などにも関係するので試験により確かめなければならない。

4. む す び

ここではわが国において、岩盤処理のため相当大規模

にプレストレスを利用した例を二つあげたのであるが、筆者の関係した岩盤に対するプレストレス工事もすでに表-4 に示すごとく相当数にのぼっているが、今後岩盤の力学的解析が進めば、さらに多くの施工を期待できるのではないかと思う。

表-4

工 事 名	P C 鋼材	ボーリング孔		導入プレ ストレス (t)
		直 径 (mm)	長 さ (m)	
池原地下発電所側壁定着	$\phi 33, \phi 27$	85	15, 35	5 460
湯田ダム右岸スラスト岩盤処理	$\phi 27$	150	35~50	4 100
仙人発電所取水口よう壁補強	$\phi 27$	75	30	650
田代川第二発電所鉄管路修繕	$\phi 33$	75	20	3 840
刀利ダム左岸スラスト下部崩落防止	$\phi 27$	75	12	1 320
城山発電調圧水槽側壁定着	$\phi 27$	75	8	2 600

いずれも Dywidag 工法

また、この種工事に使用する P C 工法としては、Dywidag 工法、B.B.R.V 工法、USL 工法など、再緊張が容易であれば使用できるし、またこれがために新たな工法も考えられよう。主として Dywidag 工法を用いた理由はつぎのごとき利点を有するからである。

- 1) 緊張作業が簡易で正確に実施できること。
- 2) 再緊張が容易であること。
- 3) 太径の鋼棒であるため腐食について安全性が高い (このことは、岩盤工事については相当重要であると思われる)。
- 4) カップラーによる継足しが簡単のため、材料の取扱いが容易であること。

岩盤処理の場合、ボーリング工費は工事費の相当に大きい部分を占めるので、導入プレストレス量と孔径の関係をよく考えて経済的なものを選ぶことが大切である。

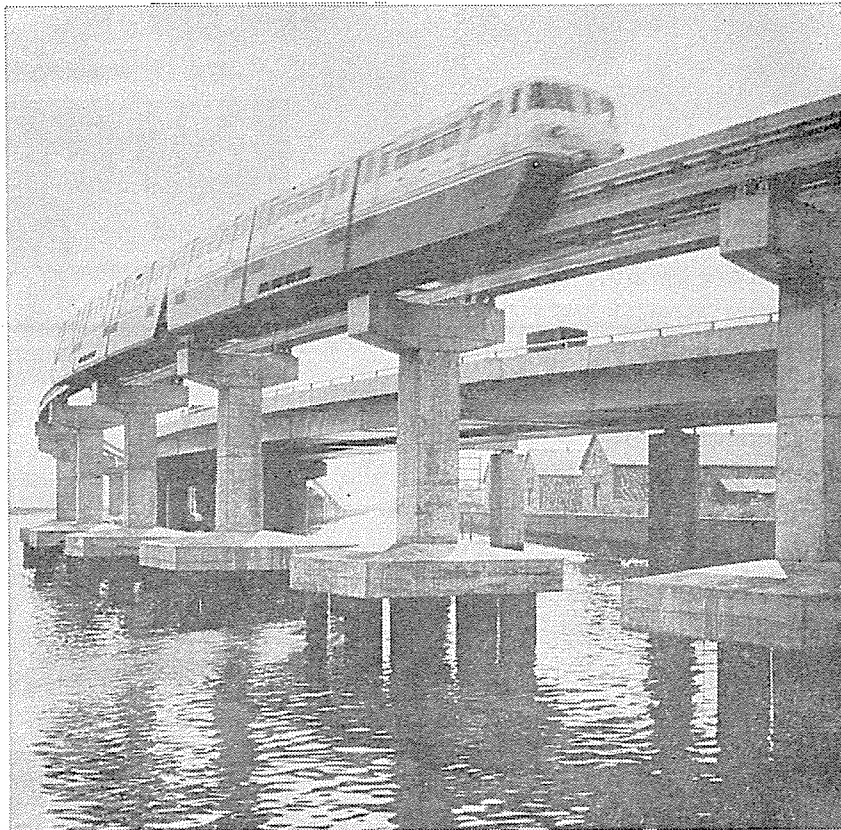
参 考 文 献

- 1) Drouhin : Annales des Ponts et Chaussées 105(1935)
- 2) Leonhardt : Die Neue Maselbrücke Wehlen. Bauing, (1950) H. 11, 12
- 3) Birkenmaier : Vorgespannte Felsanker, Schweiz. Bauzeitung (1953) H. 23
- 4) 阪西・駒井・西 : 「藤原ダムの副ダムにおける堤体コンクリートのプレストレスについて」 土木学会誌 Vol. 43, No. 9 (1958)
- 5) 土木学会編 : 工事報告 川俣アーチダム (1965.10)
- 6) Peatti, Pope : Effect of Age of Concrete on Bond Resistance. Journal of A.C.I. (Feb. 1956)

1966.1.27・受付

NCS-PCパイプ

プレテンション方式 NCS溶接継手



NCS-PCパイプの特長

- ① 継手—全強であるから支持力の低減がいない。
- ② 耐撃性—頭部が耐撃的であるため確実に打止りが得られる。よつて支持力に全材強を活用できる。
- ③ 曲げ剛性—プレストレスの効果によつて曲げ剛性が大きい。よつてパイプ施工中の安全はもちろん、くい基礎の経済設計ができる。



日本コンクリート工業株式会社

本社	東京都中央区銀座東8の19	東京(542)大代表3151番
営業所	大阪市阿倍野区天王寺町南2の66 名古屋市中村区下広井町1丁目66番地(三建設備工業ビル)	大阪(718)1881 ~ 5番 名古屋(58)代表9706番
工場	川島(茨城県下館市)	下館代表2181番
	鈴鹿(三重県鈴鹿市)	鈴鹿(8)代表1155番
研究所	茨城県下館市川島工場内	下館3942番