

# 相模川総合開発計画とその工事上の問題点

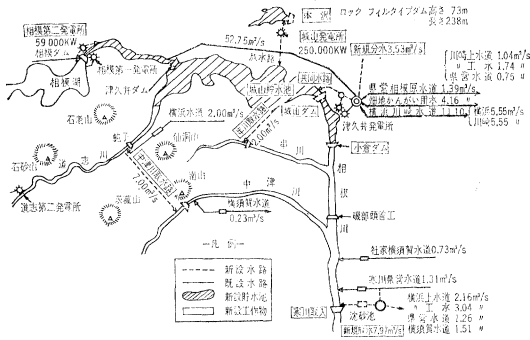
野 田 和 郎\*

## 1. 相模川総合開発事業の計画概要

### (1) 計画概要

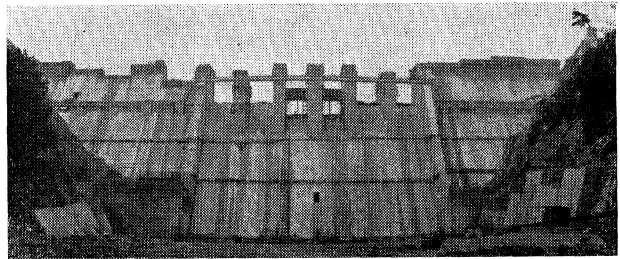
相模川は昭和 13 年より相模ダム（高さ 58.4 m）を中心とする相模川河水統制事業が実施され、県営発電（相模発電所 31 000 kW、津久井発電所 22 000 kW）および県東部の有数な水源として横浜市、川崎市および県営の各水道、工業用水などに利用されてきたのであるが、その後京浜工業地帯、湘南地帯、あるいは相模原市の内陸工業地帯の発展と相まって水資源不足の問題が緊急の課題として表面化してきたのである。ここにおいて再度相模川の水利用が計画され、神奈川県、横浜市、川崎市、横須賀市をふくむ水道、工業用水の供給、洪水調節、大規模な揚水発電計画を合わせた相模川総合

図一 相模川総合開発事業一般計画図



有効利用の面から支流中津川、串川をも取水して城山貯水池に導入する。これにより新規に確保される用水量は最大 11.5 m<sup>3</sup>/sec でその内訳は表一のとおりである。なお、本計画における水需用の想定は昭和 50 年を対称としたのであるが、近年における水需用の傾向はますます急激の度を加え、城山ダム完成後数年を出でずして計

写真一 城山ダム



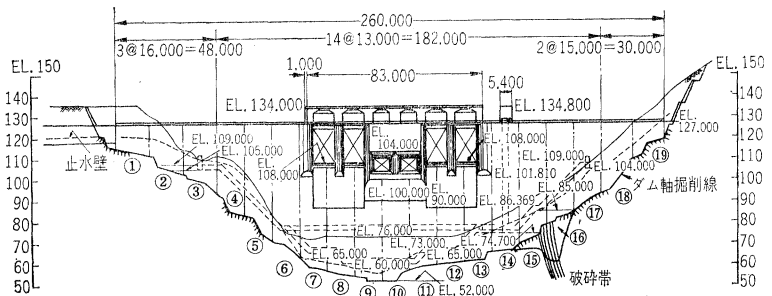
画量の満度に達することが想定され、県内水資源対策としてすでに県西部の酒匂川の水資源開発が計画されている現況である。

さて、用水の取水方法としては県および川崎市は城山

表一

	上水道		工業用水		合計	
	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /sec	m <sup>3</sup> /日	m <sup>3</sup> /sec
横浜市水道	187 000	2.16	263 000	3.04	450 000	5.20
川崎市水道	90 000	1.04	150 000	1.74	240 000	2.78
横須賀市水道	130 000	1.51	—	—	130 000	1.51
神奈川県水道	174 000	2.01	—	—	174 000	2.01
計	581 000	6.72	413 000	4.78	994 000	11.5

図二 城山ダム正面図



開発計画が確定され昭和 36 年度から事業に着手したのである。

本計画の概要は相模川本流域山麓に高さ 75 m のコンクリート重力式ダムを築造して有効容量 54 700・10<sup>3</sup> m<sup>3</sup> の貯水池を設けて水道用水の供給ならびに洪水調節を行ない、また、水の

\* 正会員 神奈川県総合開発局長

表-2

城山ダム		共同水路		
集水面積	1 201.3 km <sup>2</sup>	中津川	型 状	馬 内径 2.5 m
湛水面積	2.39 km <sup>2</sup>		延 長	4 000 m
総貯水量	62.3 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	串川	最大取水量	7m <sup>3</sup> /sec
有効貯水量	54.7 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>		型 状	馬 内径 1.6 m
常時満水位	EL 124.0 m	取水	延 長	2 050 m
サーチャージ水位	EL 125.5 m		最大取水量	2 m <sup>3</sup> /sec
最低水位	EL 95.0 m	連絡水路	型 状	馬 内径 3.8 m
有効水深	30.5 m		延 長	913 m
堆砂高さ	EL 95.0 m	分水槽	型 状	内径16.6 m H4
ダムの高さ	75.0 m		最大取水量	32.57 m <sup>3</sup> /sec
ダムの長さ	260.0 m	寒川取水		
ダムの体積	357 000 m <sup>3</sup>	最大取水量	7.97 m <sup>3</sup> /sec	
クレストゲート	幅高 10m 16m×4		ダ ム	L 270 m H 5.00 m
オリフィスゲート	幅高 8m×2	導水路	309 m	
計画洪水量	4 900 m <sup>3</sup> /sec	沈砂池	L 60 m 幅 20 m 深さ 5 m 2池	

表-3

項 目	発電所名	城山	相模第二
最大出力 (kW)		250 000	59 000
最大使用水量 (m <sup>3</sup> /sec)		192	160
最大揚水量 (m <sup>3</sup> /sec)		180	130
有効落差 (m)		153	43.2
年間発電電力量 (MWh)		526 733	128 191
上部貯水池	満水位標高 (m)	280.00	167.00
	最低水位標高 (m)	252.00	148.00
	利用水深 (m)	28.00	19.00
	総貯水量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )	4 740	63 200
有効貯水量 (10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> )		3 825	43 200
	種 類	フランシス形	斜 流 形
ポンプ水車	形式	立軸単輪単流	立 軸
	出力 (kW)	65 000	61 000
	台数	4	1
発電電動機	種 類	三相交流同期	三相交流同期
	容量 (kVA)	70 000	66 000
	台数	4	1

貯水池から既設津久井分水池を經由し、横浜市、横須賀市、県営水道（湘南地区）は下流寒川町に設ける取水ダムからそれぞれ各給水区域へ送水する。

これら城山ダム、支流取水路、寒川ダムは上記三市および県の共同事業として三市より委託を受けて県が施工し、寒川ダムから給水末端までの専用工事は各企業体が

図-3 城山発電所水路縦断面図

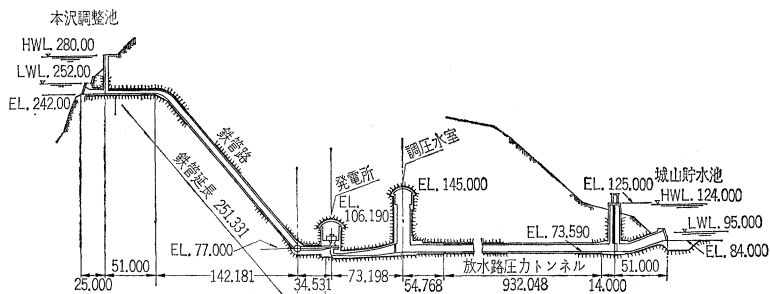


図-4 城山発電所付近平面図

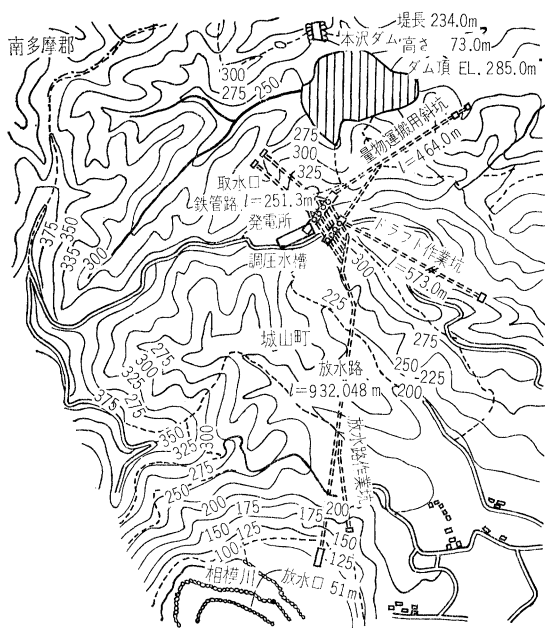


表-4 本沢ダム

形 式	中心遮水壁型フィルタイプダム
ダムの高さ	73.0 m
ダムの長さ	238.0 m
堤頂幅	12.0 m
堤頂標高	285.0 m
勾 配	上流面 1 : 3.5 下流面 1 : 2.5
堤体積	1 600 000 m <sup>3</sup>

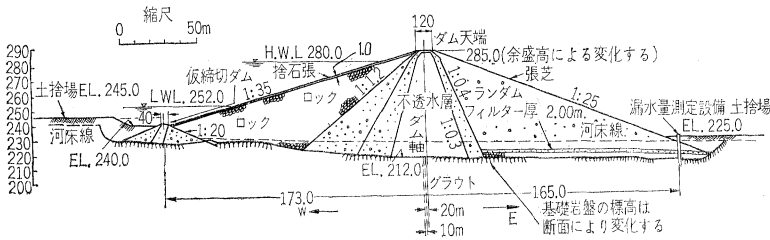
それぞれ施工しているわけである。これら共同施設の概要は表-2のとおりである。

一方、発電としては県営電気事業として城山貯水池を下部貯水池として城山 (250 000 kW)、相模第二 (59 000 kW) の両発電所が計画され、城山発電所は城山貯水池の水を本沢調整池（境川上流本沢に設ける高さ 75 m のフィルタイプダム）に揚水して尖頭時に発電を行なう地下式の日調整純揚水（自分流なし）発電所であり、相模第二発電所は既設相模貯水池と城山貯水池間の落差を利用する一部揚水の発電所でおのおの施設概要は表-3、表-4のとおりである。

なお、総合開発の事業費は共同施設である城山ダム約 95 億円、共同水路約 14.5 億円、寒川ダム約 7.4 億円であり、電気事業として城山発電所約 197 億円、相模第二発電所約 4.2 億円、これに三市施工分の上水関係専用施設費約 345 億円を合わせると総事業費は実に 600 億円をこえるものである。

(2) 事業の進捗状況

図-5 本沢ダム標準断面図



城山ダムは昭和 36 年秋に仮排水路トンネルに水替えを行ない、同年 12 月河床掘削を終了してコンクリート打設を開始し、コンクリート総量約 360 000 m<sup>3</sup>のうち現在すでに 340 000 m<sup>3</sup> を打設し、本年 9 月一部湛水を開始すべく順調に工事が進捗しつつある。下流寒川ダムはすでに本年 3 月工事が完成して取水が開始されている。中津川、串川取水路、相模第二発電所は未着工である。

城山発電所は昭和 36 年度着工以来地質不良のため工事に難行を重ねてきたが、問題の地下発電所もすでに峠を越えて 7 月より水車のケーシングすえつけの段階となり、本沢ダム、放水路の水圧トンネルの工事(写真-2)も進捗して 40 年末発電開始を目標に鋭意努力中である。

## 2. 工事上の問題点

この工事区域付近は全般的に地質が不良であったため、工事の施工にあたって悪地質部分をどのようにして征服するか特に考慮がはらわれた。

たとえば、地すべりを受けている取水口工事、特に地質の悪かった城山地下発電所および調圧水室工事、亘長

また、設計上特に問題となった点としては、急速な水位変動のくり返しを受ける本沢ダム、城山発電所取水口の形状、4本のライザーを有する調圧水室、城山ダムのオリフィスゲートなどをあげることができる。

本文ではすべての問題点について記述する余白をもたないの

で、本沢ダムおよび城山地下発電所について特に問題となった点のみを取り上げ簡単にふれて見たいと思う。

### (1) 本沢ダム

a) 設計上の問題点 本沢ダムは、図-4 の断面を有する中心遮水壁型フィルタイプダムである。なお、本形式採用の経緯については紙数の関係で省略する。図-4 において堤体上流側から順次 ロックゾーン、ランジッションゾーン、フィルター、コア、フィルターおよびランダムゾーンと大別されている。

このダムの設計にあたって特に留意した点は、本沢ダム調整池の使用 방법이流域面積(0.58 km<sup>2</sup>)のきわめて小さい純揚水式の調整池として、深夜 8 時間の揚水によって満水とし昼間ピーク時の 5~6 時間でこれを使用し、ほとんど底まで空虚にしてしまう計画であった。したがって 28 m にもおよぶ水位の急激な昇降とそのくり返しに対し上流のり面の安定を保つため、上流のり面勾配を特に 1:3.5 という緩勾配とした上流面ゾーンの排水を良好にして間げき水圧の減少を速めるよう考慮が払われた。なおのり面の安定計算を行なうにあたって上流側ゾーンの間げき水圧の残留に対し現状で

写真-2 放水路水圧トンネル



1 km、直径 7.5 m の放水路水圧トンネル(最大水頭約 60 m)工事、最大幅約 15 m におよぶ城山ダムの破碎帯処理工事などをあげることができる。

写真-3 本沢ダム下流面

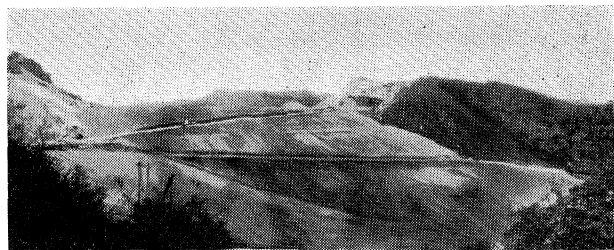


写真-4 本沢ダム全景

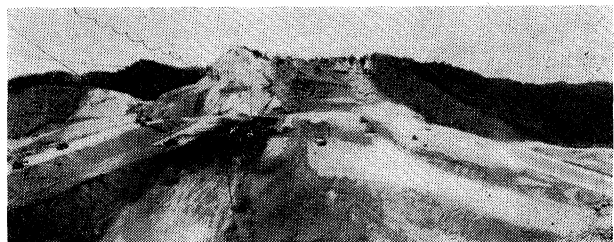


表-5 ゾーン別堤体材料

ゾーン	形状, 寸法	数量
コア	風化土岩	223 000
フィルター	5 mm φ 以上の砂岩	181 000
トランジション	5 mm φ から 100 mm φ までの砂岩	135 000
ロック	100 mm φ 以上の砂岩	283 000
ランダム	40 mm φ 以上の玉石 上記以外のもの	297 000 481 000
計		1 600 000

は実験によって結論を出すことが不可能であるため、Glover, Cornwell の理論などを参考として、一定の仮定を設けたが、実際に上流側ゾーンの各所に多数の間げき水圧計を埋設し、湛水後その値を測定し解析を行なう予定である。

なお、本沢地点は自流がほとんどないため、工事中の仮排水路、仮締切、洪水に対する余水吐も最小限度の規模ですみ、また、湛水後も常時ほとんど空虚になしうる点は一つの特徴であろう。

**b) 堤体材料** 本沢ダムのゾーン別堤体材料は表-5のとおりである。表-5のロックゾーンの一部に玉石が使用されているが、これは近くの相模川本流の河床堆積砂礫をフルイ分けて選別し φ40 mm 以上のものを使用して堤体の排水を良好ならしめ、特にリップラップには φ200 mm 以上のものを用いている。

各ゾーンの材料試験、密度、内部摩擦角、ならびにその材料の施工管理基準についてはここで詳述する余白を持たないが、試験の結果当地域に存在する風化土(砂岩系頁岩などをふくめて)は良好な遮水壁材料であり、透水係数  $k \cdot 10^{-6}$  cm/sec がより小さいことを条件としてつ

図-6 最大乾燥密度

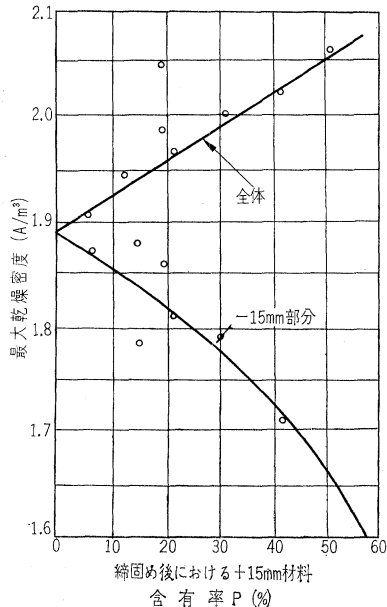


図-7 最適含水比

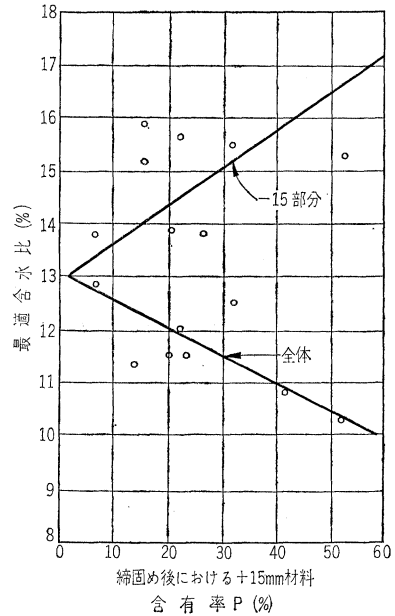


図-8 最小浸透係数

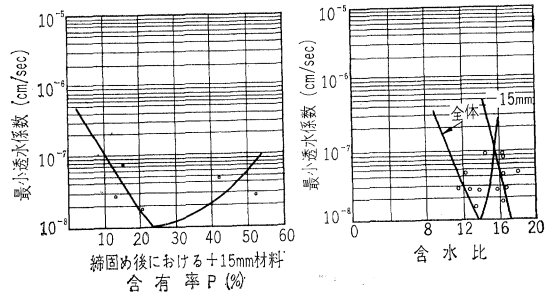
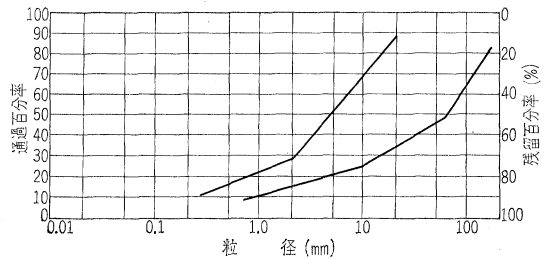


図-9 フィルターの粒度



次のように管理基準を設けている。

① 含水比、密度および締固め百分率：

最適含水比との差  $-1.5 \sim 1.5\%$  ( $-15$  mm 材料を JIS 規格で突固めたときのもの)

締固め百分率 95%

乾燥密度  $20t/m^3$

② 粒度分布：

最大粒径(mm) +15 mm - 4 # (%) - 40 # (%) - 200 # (%)

150 50%以下 68~36 35~20 24~12



図-13 PCアンカー配置図

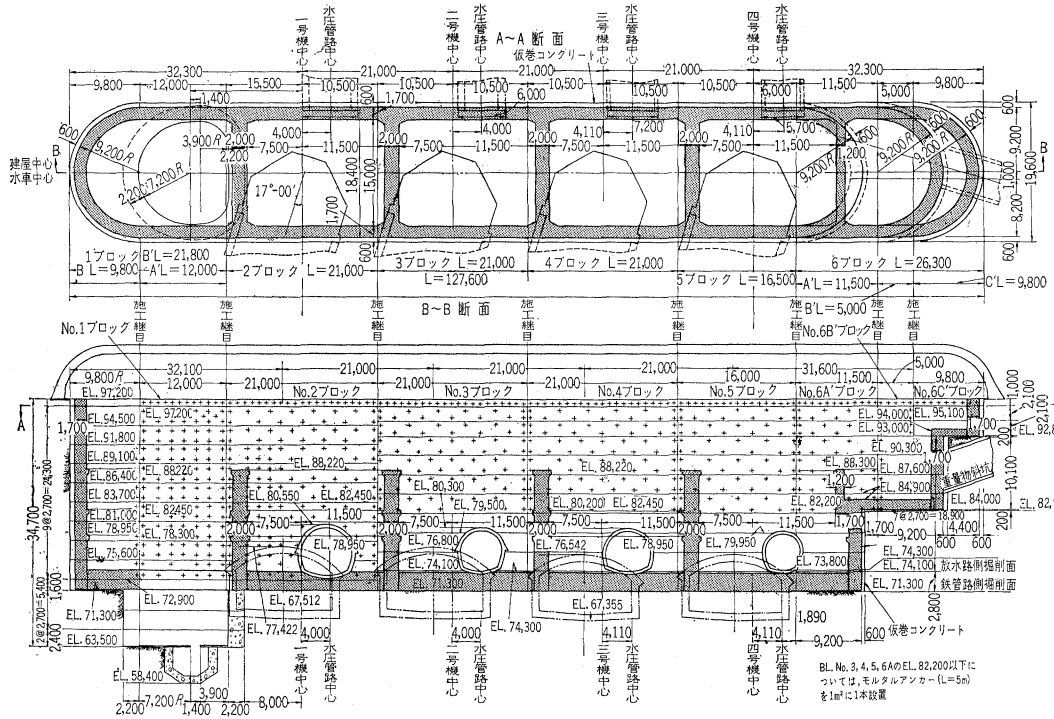
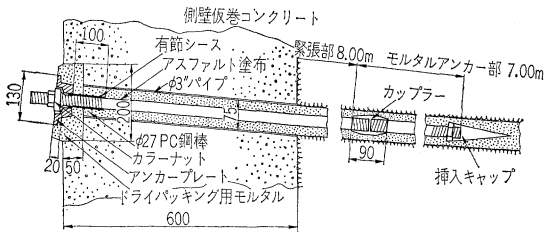


図-14 PC鋼棒構造



去する。

C 下部より側壁導坑にて切上る工法

D 仮巻コンクリートとPCアンカーを併用する工法

E 発電所周辺に設けたトンネルと仮巻コンクリートをPCアンカーで緊結する工法

さて、上記5案について工事費（工事費は大体 A, D, B, E, F の順に大となる）、工期（作業性）、施工時ならびに竣工後の安全性などについて種々検討が行なわれた結果、D案を採用することとしたが、実際には一部特

に脆弱な部分に対してD案を採用した部分もある。

c) PCアンカーを使用した盤下げ工法

① PCアンカー使用基準：

① 4m<sup>2</sup>に1本を基準とし、岩盤の良、不良の度および施工過程における荷重の変化を測定して適宜増減す

写真-5 地下発電所

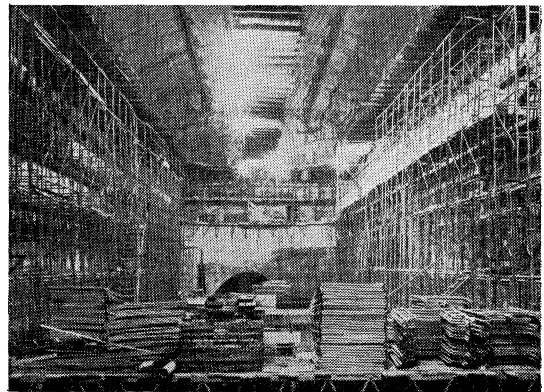
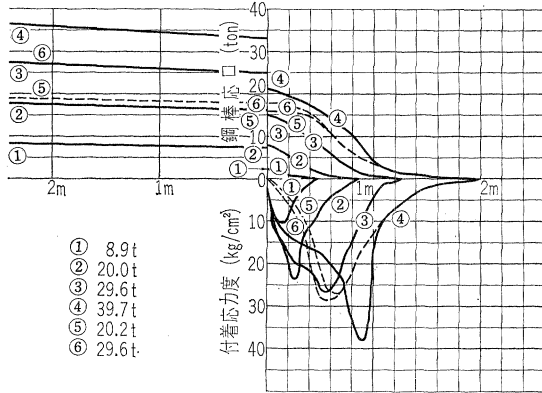


表-6 盤下げ掘削サイクル表

工 種	数 量	日																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
掘 削	770 m <sup>3</sup>	—																			
仕 上 げ 掘 削	340 m <sup>3</sup>	—																			
鉄 筋 お よ び 型 わ く	114 m <sup>2</sup>	—																			
コンクリート打設および養生	70 m <sup>3</sup>	—																			
PC アンカー	16 本	—																			
		削 孔 挿 入 養 生 緊 張																			

図-15 カッパーつき引張荷重



る。

㊦ 削孔長は 15 m とし、このうちアンカー長 7 m、緊張部長 8 m とする。

㊧ 緊張荷重は 30 t とする。

㊨ 掘削、コンクリートの 1 リフトは 2.1 m を標準とする (後に工程回復のため 2.7 m に増加)。ただし最初の 1 リフトはアーチ アバットの保護のため 1 m とし、これに 1 本/m<sup>2</sup> の PC アンカーを施工する。

㊩ 鋼棒は住友電工製 3 種直径 27 mm を使用する。引張り強度 110 kg/mm<sup>2</sup> 降伏点強度 95 kg/mm<sup>2</sup>

㊪ 実績：発電所は平面的に 6 ブロック (標準長 21 m) に分けて施工したが、そのサイクルは表-6 のとお

りである (ただし 2.7 m リフトに対する数量を記載)。実稼働を 1 ヶ月 28 日として 1.75 サイクル/月となり、したがって月進 4.7 m であった。

d) 鋼棒のアンカー効果 アンカー効果を知るために実際に施工した鋼棒についてストレインゲージによるひずみ測定を行ない、このひずみより応力の算出を行った。鋼棒は定期的に再緊張を行ない、鋼棒のリラクゼーション、岩盤、モルタルのクリープなどの調査を行っている。

盤下げの大半を終了して基礎掘削に到達し初めた頃から、鋼棒の荷重増加が急激となり、または仮巻コンクリートの移動 (はらみ出し) も計器に表われるに至ったので PC 鋼棒の切断を防ぐため再三にわたり鋼棒の緊張荷重をゆるめるという方法を採用せざるを得なかった。また、本巻コンクリートを打上げるにあたって厚さ 2 m の仕切り壁を 5 ヶ所設け函形にて施工を行ない、また、特に地質の不良部分に対しては H 型鋼による内張り支保工を併用することになった。しかし、本巻コンクリートの打上りとともにこの動きも漸次低下し、現在では安定を保っており、結果的にはこの工法は成功であったと確信している。

終りに臨み本文については相模川総合開発建設事務所発電所係長 渡辺光基君、えん堤係長 湯山昭雄君の協力を得たことを付記したい。(1964. 7. 5・受付)



今日、外国雑誌・新聞は海外の最新のニュース・ソースとして土木関係に建築関係に《世界の水準》を知るよきレファランすです。ただいま予約お申し込みいただきますと来々年 1 月号からご購読になれます。ご予約はお早目にどうぞ。

丸善

海外雑誌・新聞

東京・日本橋  
電話 271-2351 (大代表)

その他全国各地支店

※ '65 海外雑誌・新聞カタログ ¥ 100 (送料共)