

丸沼ダムの修繕工事について

——プレストレスト コンクリートによる——

岡 雄 治*
鎌 田 太**

1. ま え が き

丸沼ダムは群馬県の片品川最上流にあり、湧水補給用の貯水池として、下流発電所群に有効な役割を果たしている。同ダムは高さ 32 m のバットレスダムで鉄筋コンクリート造りのしゃ水壁とこれを支える扶壁からなっており、国内でも数少ない特殊な形式のダムである。

昭和 5 年に建設されて以来、1 400 m の高冷地にあるため、凍結融解作用によって、次第に貯水池前面のしゃ水壁の劣化がすすみ、ろう水量も増加の傾向にあったので、昭和 43.12.12~44.7.20 の工期をもってプレストレスト コンクリートでダムの改善を実施したので、ここにその概要を述べる。

図-1 丸沼ダム位置図

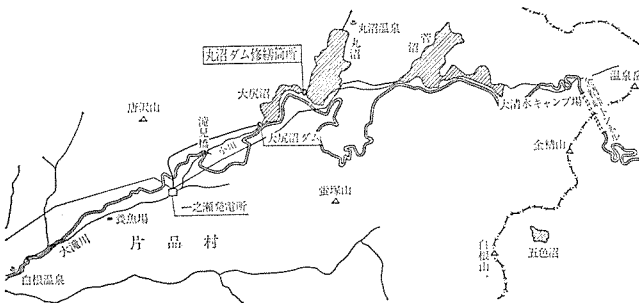


図-2 ダム正面図

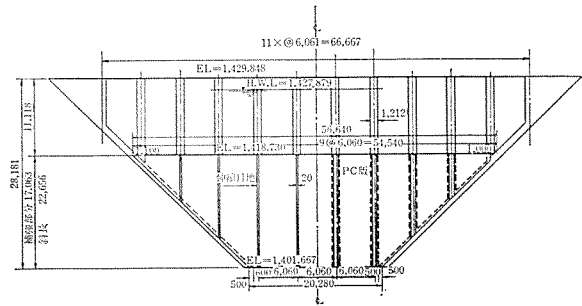
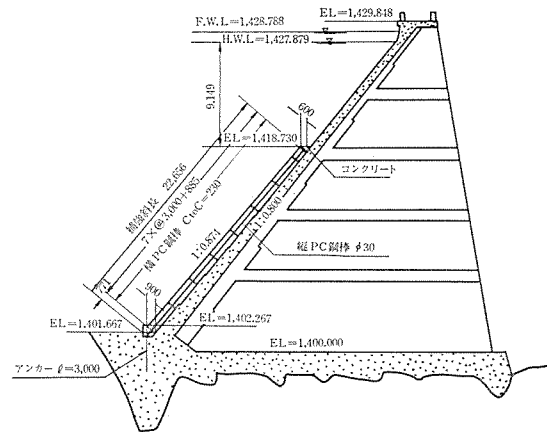


図-3 ダム断面図



2. ダムならびに貯水池の諸元

(1) ダム

- 非越流扶壁形：鉄筋コンクリートダム
- 堤 頂 長：88.230 m
- 堤 頂 幅：3.880 m
- 堤 高：32.120 m
- 堤 敷 幅：36.020 m
- 堤 体 積：14 360 m³ (修繕前 13 540 m³)
- バットレスの厚さ：0.424~1.090 m
- しゃ水壁の厚さ：0.545~2.385 m (修繕前

(2) 貯水池

- 0.545~1.485 m)
- のり勾配：上流側 1:0.874, 下流側 1:0.15
- 計画洪水水位：1 428.788 m
- 常時満水位：1 427.879 m
- 最低の水位：1 399.879 m
- ダム堤頂標高：1 429.848 m
- 総貯水量：13 600 000 m³
- 有効貯水量：11 500 000 m³
- 利用水深：28 m
- 湛水区域の面積：0.675 km²

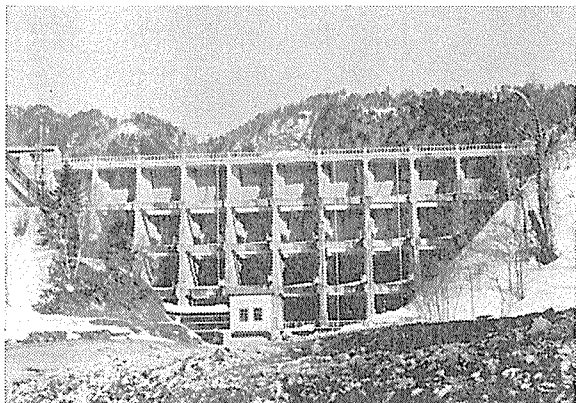
* 東京電力株式会社群馬支店 土木課係長
** ピーエスコンクリート株式会社東京支店 土木部

3. 工事の概要

(1) 設 計

既設しゃ水壁前面にプレストレスト コンクリートによる新しいしゃ水壁を設置する。

写真-1 ダム背面図



プレストレスト コンクリートを用いたのは、しゃ水壁の重量を軽くすること、曲げに強いこと、水密性の良いことなどがあげられる。

新しゃ水壁の施工範囲はダムの H.W.L より 9 m 以下の部分とし、斜長で 22.56 m, 上端幅 56.40 m, 底幅 20.28 m の梯形版とする。版の厚さは上端で 0.600 m, 下端で 0.900 m とする。

新しゃ水壁はおのおののバットレス頭部を支承とする一方単純プレストレスト コンクリート版で、既設のしゃ水壁とは完全に縁が切れているものとし、荷重はすべて、新しゃ水壁で受け持たせる設計とした。

連続構造としなかったのは、版の水圧側に水圧による引張応力度を出したくなかったことと、プレストレスによる 2 次応力、角度変化によるプレストレスの減少を嫌ったためである。

a) プレストレスト コンクリート版の設計条件

工 法：ポストテンション工法

版 長：6.060 m

ス パ ン：5.600 m

コンクリート：

圧縮強度 $\sigma_{ck} = 350 \text{ kg/cm}^2$

プレストレス導入時 $\sigma_{cut} = 240 \text{ kg/cm}^2$

許容曲げ圧縮応力度

プレストレス導入時 $\sigma_{ca'} = 160 \text{ kg/cm}^2$

設計荷重時 $\sigma_{ca} = 125 \text{ kg/cm}^2$

許容曲げ引張応力度

プレストレス導入時 $\sigma_{cat'} = 0 \text{ kg/cm}^2$

設計荷重時 $\sigma_{cat} = 0 \text{ kg/cm}^2$

P C 鋼 棒： $\phi 30$ (第 3 種)

引張強度 $\sigma_{pu} = 110 \text{ kg/mm}^2$

降伏点応力度 $\sigma_{py} = 95 \text{ kg/mm}^2$

ヤング係数：

コンクリート $E_c = 3.25 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$

P C 鋼材 $E_p = 2.0 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

b) 荷 重 荷重には水圧および版自重を考えるものとし、水圧は、計画洪水位とし、プレストレストコンクリート版の上端で 10.058 m, 下端で 27.121 m とする。

(2) 施 工

工事区域は日光国立公園内にあるため 7~10 月の観光シーズンをさけ、冬期の 12~4 月の間に掘削を含む仮設備を、5~6 月間で本工事を、それぞれ完了した。

仮設備のおもなものを述べると資材運搬ならびにコン

写真-2 型わくとケーブル配置



図-4 コンクリート打設リフト図

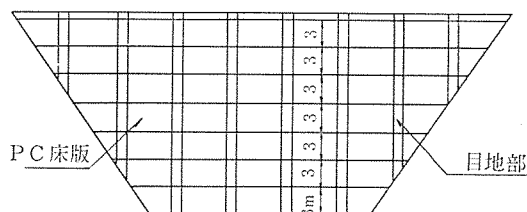
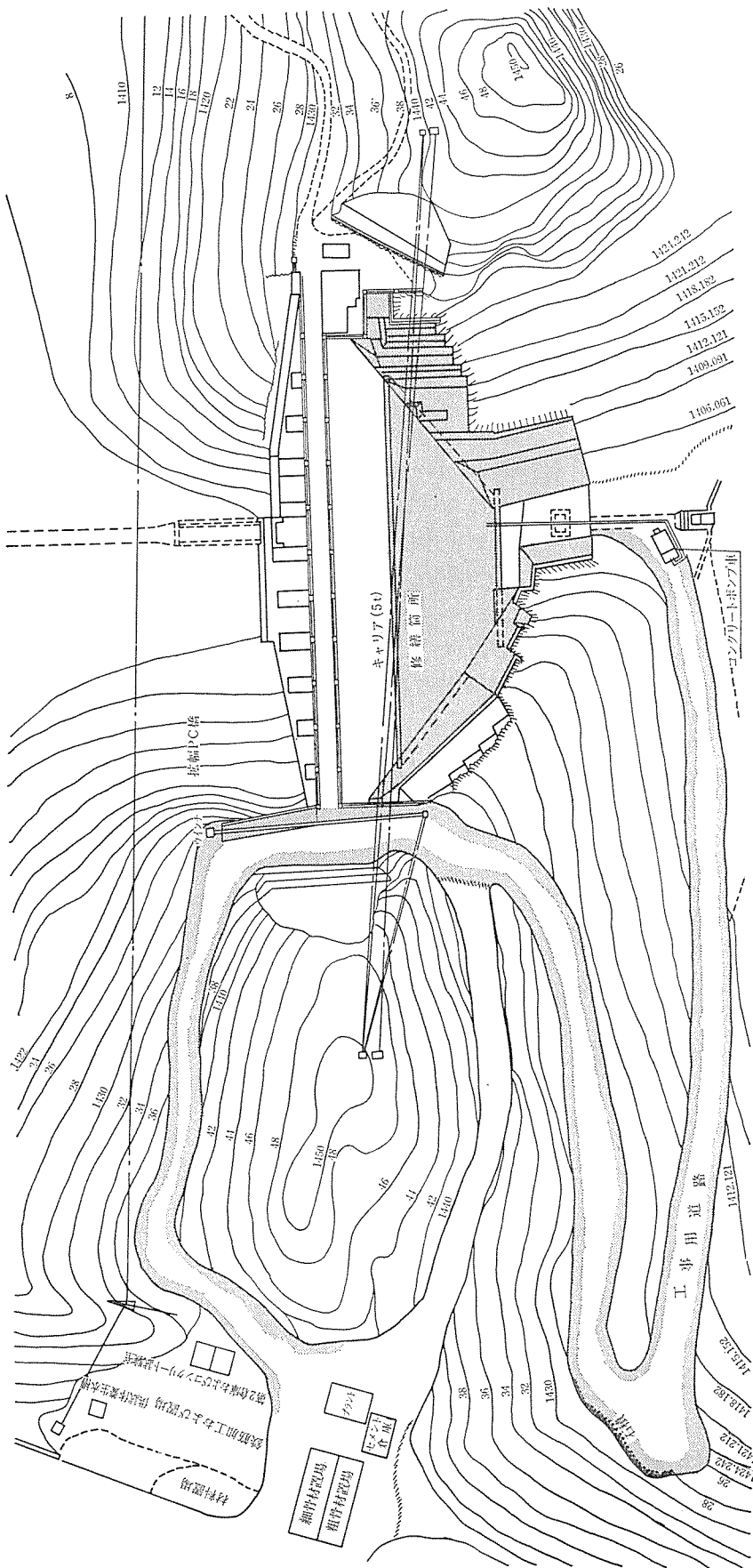


表-1

粗骨材最大寸法 (mm)	スラブの範囲 (cm)	空気量の範囲 (%)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 重 量 (kg/m ³)				
					水 (W)	セメント (C)	細骨材 (S)	粗骨材 (G)	ポゾリス No. 5
25	6~8	4.5±1	36.6	34	150	410	603	1168	2.05

図 設 仮 図 5



クリート打設用として、湖底まで幅員 4m、延長 300m の運搬道路を造るとともにダム頂部に資材運搬用の 1.5t ケーブル キャリアーを架設した。

ダム左岸には国道 128 号線に面してコンクリートプラント(ミキサー 28 才×1 台)を設備し、傾斜した旧しゃ水壁上で工事を行なうため、旧しゃ水壁上には全面的に鉄パイプによる足場を組み立てた。

a) コンクリートならびに型わく コンクリートの配合は、使用骨材等をもとに各種の試験を行なった結果表一1 のような配合を現場での標準とした。

コンクリートの打設はアジテーターカーによりダム前面直下まで運搬を行ない。コンクリートポンプ(石川島 PTC-30)により、図-4のごとく 1 リフト 3m の高さで、下段より順次上段へと打設を行なった。

コンクリートの打設期間は 5 月中旬から 6 月中旬の間に実施したが、この間天候にめぐまれ、外気温は 5~15°C、打込み時は 14~18°C の範囲内にあり、コンクリートの硬化温度は表面近くのところで最高 29°C 程度であった。

1 回の打設量の最高は約 70 m³ と少ないものであったが、打設ごとに応力導入時、 σ_7 、 σ_{28} 強度についておのおの 3 本の圧縮試験用テストピースを採取し、現場に設けた水槽で養生のうえ試験を行ない強度のチェックを行なった。

なお、その他、スランプ、エア量、骨材の粒度等、そのつど必要な試験を行ない、品質管理に万全を期した。

型わくにはメタルフォームを使用した。旧しゃ水壁に 36 cm の長さの穴を 2 本/m² 明け、SB アンカーにより 13 mm 鉄筋を固定し、これを型わく保持に使用した。

b) 緊 張 PC 鋼材は土

木学会規格（呼び名 30 mm）SBPC 110（引張強度 110 kg/mm²，降伏点応力度 95 kg/mm²，伸び 5% 以上）を使用し，横方向は各スパンごとに底部で 3 列，上部で 2 列に，それぞれ 23 cm ピッチに，また，縦方向についてはコンクリートの打継ぎに水密性をもたせる意味で 1 m 間隔で千鳥に（応力度で 10 kg/cm² 程度），それぞれ配置し，応力導入時期をチェックしつつコンクリートのクリープおよび乾燥収縮ならびに鋼棒のレラクセーション等を考慮のうえ所定の緊張を行なった。

また，新しゅ水壁の周囲には地震時のとび出しを考慮して φ30 mm PC 鋼棒アンカーを 50 cm 間隔に配置した。

緊張管理にあたっては，緊張力と伸びとをグラフ化して管理図を作成のうえ 1 本ごとのチェックを行なった。なお，緊張ジャッキのマノメーターのキャリブレーションはあらかじめ工場でアムスラー試験機で行ない，現場においては，標準ゲージで随時ジャッキゲージのチェックを行なった。

e) グラウト グラウトの配合は現場で使用する材料をもとに試験を行ない，表-2 のような配合を現場での標準とした。

表-2 単 位 重 量 (C=1000 kg あたり)

セメント	水	水セメント比	ポゾリス No. 8	アルミ粉
1000	400	40 %	2.5	50 g

グラウト実施にあたっては，そのつどコンシステンシー試験（流下方法），ブリージング率および膨張率試験（体積方法），強度試験（型わく方法 σ_1, σ_{28} ）を実施し，いずれも満足な値を得ている。

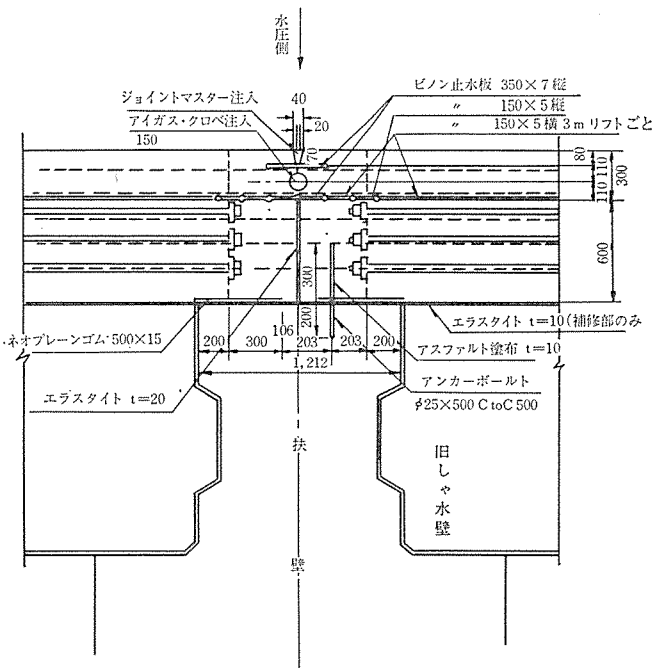
d) 伸縮目地工ほか バットレス間を一つの単純版として設計したため，各バットレス頭部に伸縮目地を設けた。伸縮目地部は緊張用ジャッキそう入の関係から約 0.800 m のあきを取り，この部分を両側の版が完成後施工したもので，図-6 に設計内容を示している。

伸縮目地は前面に 7 cm の長さで切欠きをつくり，エポキシ樹脂系のジョイント マスター をてん充し，その背面には塩化ビニールの止水板を二重にそう入した。止水板の間にはトヨポットにより径 15 cm の円形の穴をあけておき 80°C に熱したアイガスクロベを上部から注入した。なお，版の目地として厚さ 2 cm のエラストイトをそう入した。

また目地部コンクリート内にはせん断に対する φ22 m の抵抗鉄筋を片側に 5 本ずつそう入している。

版支承部には，図-6 に見られるごとく幅 50 cm × 厚 15 mm のネオプレーンゴムを敷き，自由に移動できるようにしたほか旧しゅ水版上には，昭和 37 年に歴青系

図-6 伸縮目地図

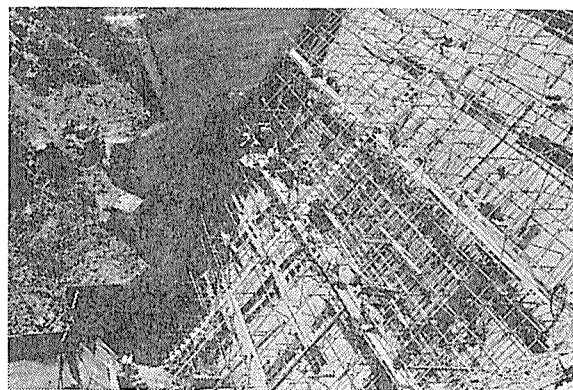


製品で 1 cm 厚に防水工を実施していることから，この上に新しゅ水壁を設けたので，新旧しゅ水壁は完全に縁が切れている。

e) 計測器と防水工 新しゅ水壁内にはコンクリートのひずみ計，PC 鋼棒張力計，継目計など 24 点の計測器をとりつけたほか，本工事終了後，ダムしゅ水壁の全面積についてろう水止めのためエポキシ樹脂系塗料を 5 mm 厚に塗装しダム保守の万全をはかった。

f) 安全管理 工事期間中は工事を安全に遂行するため具体性をもった安全諸対策を推進した結果，無事故で工事を完成することができた，とくに安全管理のポイントとなった点をあげると，付近一帯が日光国立公園地域であるため，火災の防止につとめたこと，仕事が高所作業であったため，物体の落下防止，作業員の転落防止にとくに注意したこと，場内の整理整頓につとめたことなどがあげられる。

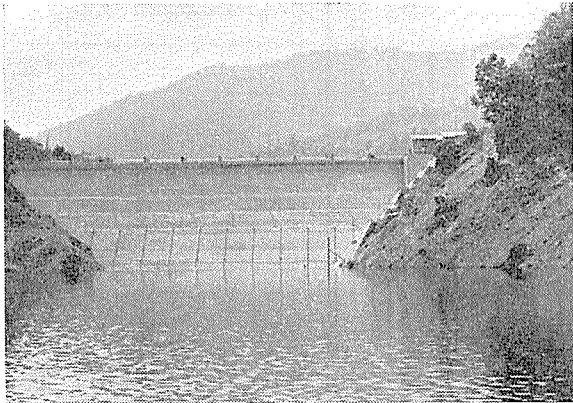
写真-3 パイプ足場



4. あとがき

丸沼ダムはプレストレスト コンクリートの施工により安心して使えるダムに生れ変わった。プレストレスト コンクリートでダム本体の修繕を行なった例は今回が初めてのことと思うが、それゆえにまた設計、施工にあた

写真-4 完成後のダム



り解決しなければならない数多くの問題点があった。すなわち、

- 1) 連続版か単純版かの、構造上、経済上からの有利性。
- 2) 水密性の確保のための伸縮目地の材料および構造。
- 3) 型わく留めアンカー鉄筋のストレス導入による過大な引張応力は、実験によれば実際は遊びがあり許容内にある。
- 4) 前に述べたように、施工場所により、工期の短いこと、および施工段取中の寒さ、上越線沼田駅より2時間という不便さなどがあった。

これらの問題点は企業者である東京電力(株)とこの工事を請負ったピー・エス・コンクリート(株)の両者において試験検討をくり返し解決をはかったもので、この体験は今後のこの種の工事に参考になる点が多いと思う。

1969.11.11・受付

東京製鋼製品

PPC JIS G 3536

鋼線・鋼より線
BBR工法鋼線
多層鋼より線 (19~127本より)

製造元 東京製鋼
発売元

東京都中央区日本橋室町2丁目8番地 古河ビル四階
電話 (211) 2851 (大代表)

常にエポキシ樹脂による

新工法の先鞭をつける

ショーボンド

ショーボンドは 過去10年間 絶えず
新しい工法の研究を行なってきました

新しい橋梁の伸縮継手装置
カットオフ・ジョイント工法

コンクリートのクラック補修
ショーボンド・グラウト工法

橋面舗装の軽量化をはかる
レジンファルト薄層舗装工法

桁及び床版の耐荷力の増強を図る
橋梁床版補強工法

橋梁のプレハブ化を促進する
ショーボンド合成桁工法

鉄・コンクリートの防水・防蝕に
ショーボンド・ライニング工法



(ストリンガー増設工法による橋梁床版補強工事)

株式会社 **ショーボンド**

本社：東京都千代田区神田小川町2-1(木村ビル) TEL. 292-6941(代表)

営業所：東京・横浜・千葉・宇都宮・前橋 *大阪・京都・神戸・和歌山*名古屋
・静岡・岐阜・三重*福岡・広島・岡山・高松 *札幌・仙台・新潟・富山

工場：川口・四日市