

P V C 板を利用した止水芯壁

四国電力株式会社建設部開発課 川 淵 桂

四国電力株式会社穴内川工事所 岩 部 正 司

は し が き

近年、有利な水力地点の減少にともない地質条件の悪いダムサイトにもダム築造をしなければならない場合が多くなった。その場合基礎岩盤の力学的安定性と同時に岩盤からの漏水を防止しなければならない。換言すれば滲透水を防ぐことが力学的安定性を確保する一手段でもあるわけである。穴内川ダムの左岸部は岩質が悪くグラウトでは十分な止水効果が期待できないので止水芯壁を挿入することにした。その工法を種々検討した結果、本文に述べるように掘削を施工可能な最小限度に止めP V C 板を芯壁全面にわたって張りめぐらし、止水効果はすべてP V C 板に依存し、さらに地山の変形によつてP V C 板がせん断破壊をうけないように砂層で変形を吸収せしめる構造とした。この芯壁は現在施工中であるが、一般のコンクリート芯壁に比して止水効果、耐久性、経済性ともにすぐれていると思われる。

1. 穴内川ダムの概要

河 川 名	吉野川水系穴内川
満 水 面 標 高	418 m
型 式	中空重力式 (I 型、ブロック巾 14 m)
堤 高	65.6 m
堤 頂 長	251.9 m
堤 体 積	217,000 m ³
有効貯水容量	43,300,000 m ³
出 力	12,500 kW

ダムサイトの岩盤は大部分輝緑凝灰岩で部分的に砂岩、チャートを含んでいる。岩質は電研地質研究室の調査結果概ねCクラス以下であり、とくにダム左岸の尾根ではCm～Dの岩が深さ30～40 m、満水面標高で奥行60～70 mにわたって分布しているため、芯壁工法を採用することにした。

2. 止水芯壁の設計

芯壁は当初図-2に示すようなコンクリート構造物として設計された。コンクリート構造物の場合は外力によつてひびわれが発生すると止水効果が失われるので相当大きな断面を必要とし掘削、コンクリート量ともに大きなものとなり、工期的にも支障をきたすおそれがあるので、現在のような断面を採用した。この工法は施工上支障を来たさない最小限の巾をもつて横坑を掘削し、上下流壁面に沿つて厚さ40 cmのコンクリートを打ち、上流側コンクリートに接して厚さ5 cmのP V C板を入れ、これと下流側コンクリートの間に砂を填充し

たものである。PVC板は溶接により一枚板とするので、コンクリートが寸断されるようなことがあつても止水効果はPVC板によつて保持されるわけである。

砂層を設けたのはPVC板を直接コンクリート中に埋設するとコンクリートにひびわれが発生した場合にせん断されるおそれがあるのでせん断変形を吸収させるためである。使用したPVC板の常温における伸び能力は300～320%に達するので、引張りによる変形に対してはほとんど問題なく順応できる。PVCは時間と共に老化現象があらわれるが、合成樹脂材料は歴史が浅いので実績から耐用年限を推定することはできないが、アレニウスの反応速度論⁽¹⁾にもとづく空気老化促進実験から耐用年限を求めると表-1⁽²⁾のようになる。

表-1 PVCの耐用年限

温度	耐用年限
20℃	590
30	227
40	94
50	45
70	9

PVCの空気老化は水やアルカリに対するものより著しいので止水芯壁に用いた場合は表-1の値より安全となる。またPVCは紫外線の照射により著しい老化をうけるが、この場合はこれを考慮する必要はない。実測によると地山内での温度はほぼ15℃で一定であるので約600年の耐用年限をもつことになり、全く問題は無い。

芯壁の長さは電研水理研究室に依頼して行つた現場の透水試験にもとづいて決定した。⁽³⁾ダム左岸芯壁部の満水面以下の大部分は概ね 10^{-4} cm/d/sec、EL400m以下では 10^{-5} のオーダーとなつている。芯壁基礎は完全な水密工を施す前提のもとに貯水池満水時に芯壁終端を迂回して漏出する水に対して芯壁終端より奥の地山をコアのないアースダムと考え、芯壁の長さをいろいろ変えた場合の滲透路長を求め浸潤線が下流側法面を切つて漏出する場合の滲出流速がアースダムを構成する土粒子を動かさなければ法面は安定であるとした。

透水係数として測定値の最大値 10^{-3} cm/d/sec(20℃)を採用し、間隙率を4%、安全率を3とすれば実際の滲出流速を表わす透水係数は 1.125×10^{-2} cm/secとなる。直径0.01mmの土粉子を動かさない制限流速は 7.5×10^{-2} cm/sec⁽⁴⁾(安全率4)となるので上記の値から芯壁の所要長さを求めると53m程度となる。この場合の透水量は巾10m当り0.3ℓ/secとなる。

3. 施 工

芯壁の施工は次のような順序にしたがつて行なわれた。すなわち芯壁の掘削は巾2.5mの横坑によつて下から切り上つたが、これを下から1層、2層……と呼ぶことにして、(1)まず第1層を巾2.5m、高さ2.5の横坑によつて掘削する。(2)第1層の上下流側壁コンクリート(高さ2m、厚さ40cm)を打設する。(3)第2層の掘削を行う。(4)第1層の側壁の内側にPVC板をとりつける。(5)第1層の底部コンクリートを打設する。(6)坑口のコンクリートを打設し第1層の側壁コンクリートの天端まで砂を填充する。(7)第2層の側壁コンクリートを打設する。(8)第3層の掘削を行う。(9)第2層のPVC板の取付溶接作業、ひきつづいて砂の填充を行う。(10)第3層の側壁コンクリート打設を行う。以下この工程をくりかえす。次にこれらの作業の各々について若

干の説明を加えよう。

(1) 掘 削

掘削巾は最小限である2.5 mとし、高さを第1層は2.5 m、第2層目からは2 mとした。芯壁周辺の地山を緩めるのを避けるために発破は極力使用しないように留意した。

支保工の間隔は1.3 mとしたが、地山の土圧が特に大きな

箇所はなく、落盤もごく小規模なものが2回あっただけであった。掘削の屑は下層へ落して坑外に搬出し、そのままデリッククレーンでつり上げて土捨場まで運搬した。掘削の進行は1日平均3 m程度であった。

(2) コンクリート

この型式の芯壁ではコンクリートには止水効果も、土圧や水圧に抵抗する強度も期待してい

ないので、特に配慮することはなかったが、工程の制約上、早強セメントを使用し工事の手持ちを少なくするようにつとめた。コンクリート打設高さは2 m、厚さは40 cmとしたが、型枠を組んだ坑内ではかなりきゅうくつな状態で作業しなければならなかった。

(3) PVC板（塩化ビニール板）

PVC板は厚さ5 mm、巾2 m、長さ10 mのものを購入した。

現場での取付けは、まず溶接によつて所要の長さに加工したものを搬入し、支保工から上流側コンクリートに沿わせてつり下

げ、下層のPVC板と溶接した。溶接位置は作業の都合を考えてコンクリートの天端から50 cm上とした

（写真1）。PVC板は両側を完全に拘束された状態ではわずかな変位をうけただけでせん断されるので、坑口の砂留コンクリートと側壁コンクリートの隅角部では、何らかの原因でこの部分のコンクリートが破壊

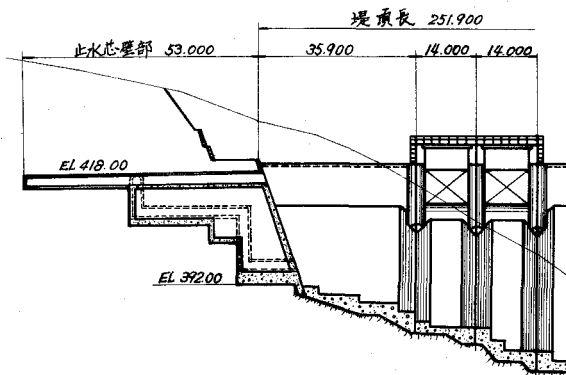


図-1 穴内川ダム止水芯壁縦断面図

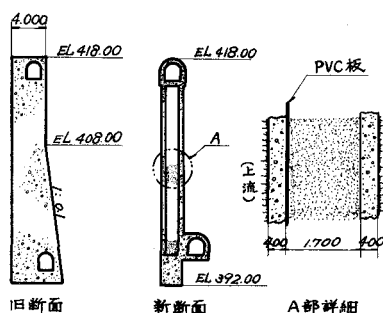


図-2 芯壁新旧断面比較

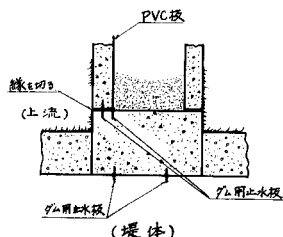


図-3 坑口附近詳細図(平面図)



図-4 PVC板溶接接手

された場合にPVC板がせん断されるのを防ぐために図-3のような構造とした。PVC板の溶接は図-4のように溶接部の両端を斜めに削りつけて組み合わせるとV字型になった部分に同じくPVCの溶接棒を熱風で溶着した。溶接部分の検査はPVC板の両側に高電圧をかけてピンホールの有無を調べた。



写真-1 PVC板溶接状況

(4) 砂の填充

PVC板の取付が終れば砂の填充を行う。填充時には水を十分にまきながら水締めを行った。芯壁の底部には排水溝を設けているので、第1層は粗粒の砂利(20~60mm)、第2層にはフィルターとして細粒の砂利(5~10mm)を入れて排水を良くした。

(5) グラウト計画

芯壁の基礎は一応不透水性の岩盤であるという前提のもとにその長さを決定しているので底部は入念にグラウトを行う必要がある。グラウトは芯壁の下流側に隣接する上中下3段の監査廊から2m間隔の千鳥配列で深さ20~100mのカーテングラウトを行う計画である。

また、芯壁背後の地山をできるだけドライな状態に保つために5m間隔に下流向き水平およびカーテングラウト孔の下流側に鉛直や下流向きに水抜孔を設け、湛水後の保守、点検に便利にする計画である。また上流側コンクリート附近の地山に対してもその緩みに沿って水が走るのを防止するために5m間隔でグラウトを施工した。

4. 結 言

ここに述べた止水芯壁工事は未だ施工中であり、貯水池の湛水も未だであるから現時点では決論的な議論はできない。将来機会があれば湛水後の経過を報告したいと思う次第である。

参 考 文 献

- (1) 広田鋼蔵：「反応速度論」・共立出版
- (2) 石原 寿：「PVC止水板に関する2,3の考察」昭和37年10月土木学会中四国支部講演会にて発表
- (3) 矢作文弥：「穴内川ダム地点左岸部の透水性に関する調査報告」・電研報告書、Ⅰ地6120
- (4) J. D. Justin: "The design of earth dams"
Trans. A. S. C. E., Vol. 87 (1924) pp. 49~51.

CONSTRUCTION OF A CUT-OFF UTILIZING PVC PLATE.

IWABU T. KAWABUCHI K. Shikoku Electric Power Co. Inc.

The left bank of the Ananaigawa dam has considerably high permeability. Judging from the rock condition, it can not be expected to provide good water stopping effect by grouting. Therefore, a cut-off utilizing PVC plate, as shown in Fig.2 is designed to prevent seepage through the bank.

From the experimental study, the life of PVC plate being presumed to be about 600 years at normal temperature, the life of the cut-off will be much longer than that of dam itself.