

ISSN 0386—5878

土木研究所資料第3054号

# 土 木 研 究 所 資 料

コンクリートダムにおける継目止水工の設計・施工と  
継目排水孔からの排水量に関する実態調査

平成4年3月

建設省土木研究所  
ダム部ダム構造研究室

Copyright © (1992) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

# コンクリートダムにおける継目止水工の設計・施工と 継目排水孔からの排水量に関する実態調査

ダム構造研究室 室 長 永 山 功

主任研究員 渡 辺 和 夫

菊 永 和 久

## 要 旨

本報文は、コンクリートダムにおける継目止水工の設計・施工と継目排水孔からの排水量に関する実態を把握するため、アンケート調査を実施した結果についてとりまとめ、その結果を基に、継目止水工の設計・施工の留意点について考察を加えたものである。

キーワード：コンクリートダム、横継目、止水板、継目排水孔、排水量

## は じ め に

コンクリートダム施工にあたっては、セメントの水和熱に起因して発生する温度ひび割れを防止するために収縮継目が設けられる。このうち、ダム軸に直交する方向の継目を横継目という。横継目には貯水池からの水の浸入を防止するために止水板が設置され、また止水板の後には止水板を迂回して浸入した水を速やかに排水するために継目排水孔が設置されている。

横継目に浸入する水は止水板によって完全に止めることが原則であるが、近年、止水板を迂回して継目排水孔に流れ込み、継目排水孔によって排水される排水量の多いダムがしばしば見受けられる。

そこで、本報告では、昭和60年度から平成元年度の間に試験湛水を行った45の重力式コンクリートダムを対象に「継目止水工の設計、施工方法と継目排水孔からの排水量に関するアンケート」を実施し、その結果をもとに継目止水工の設計、施工の留意点について考察したものである。

# 目 次

はじめに

|                                            |    |
|--------------------------------------------|----|
| 1. アンケートの目的と方法                             | 1  |
| 1.1. アンケートの目的                              | 1  |
| 1.2. アンケートの項目                              | 1  |
| 1.3. アンケートの対象ダム                            | 2  |
| 2. 継目止水工の設計                                | 3  |
| 2.1. 主止水板, 副止水板, 継目排水孔の設置位置                | 3  |
| 2.2. 止水板の材質と寸法                             | 7  |
| 2.3. 継目排水孔の構造と材質                           | 10 |
| 2.4. グラウチング用配管                             | 13 |
| 3. 継目止水工周辺のコンクリートの設計, 施工                   | 14 |
| 3.1. 継目止水工周辺のコンクリートの打設                     | 14 |
| 3.2. 継目止水工周辺の水平打継目の処理と養生                   | 17 |
| 3.3. 止水板の接合方法                              | 20 |
| 3.4. 長期放置リフト面の対策                           | 20 |
| 4. 継目排水孔からの排水量                             | 24 |
| 4.1. 継目排水孔からの排水量の大きさ                       | 24 |
| 4.2. 継目排水孔からの排水量と継目止水工の設計との関係              | 27 |
| 4.3. 継目排水孔からの排水量と継目止水工周辺のコンクリートの設計, 施工との関係 | 33 |
| 4.4. 考察                                    | 38 |
| 5. 継目排水孔からの排水量の軽減対策                        | 39 |
| 5.1. 継目排水孔に流入する貯水の流入経路についての調査              | 39 |
| 5.2. 継目排水孔からの排水量の軽減のための対策工                 | 43 |
| 5.3. 湛水後の経過時間に伴う継目排水孔からの排水量の変化             | 74 |
| 5.4. 考察                                    | 75 |
| 6. まとめ                                     | 78 |
| 謝辞                                         | 79 |
| 付属資料                                       | 81 |

# 1. アンケートの目的と方法

## 1.1. アンケートの目的

コンクリートダムの施工においては、セメントの水和熱に起因して発生する温度ひび割れを防止するために収縮継目が設けられる。このうち、ダム軸に直交する方向の継目を横継目という。横継目には貯水池からの水の浸入を防止するために止水板が設置され、またこの止水板の後には止水板を迂回して浸入した水を速やかに排水するために継目排水孔が設置される。

横継目に浸入する水は止水板によって完全に止めることが原則であるが、近年、止水板を迂回して継目排水孔に流れ込み、継目排水孔によって排水される排水量が多いといった例がしばしば見受けられる。継目排水孔からの排水量の大小はダムの構造の安定性に特に重大な影響を及ぼすことはないが、ダムの管理の立場からは、継目排水孔からの排水量はできるだけ少ないことが望ましい。

そこで、継目止水工の設計をより適切に行い、またその施工をより確実に行うための留意点を明らかにするため、昭和60年度から平成元年度の間に試験湛水を行った45のダムに対して「継目止水工の設計、施工方法と継目排水孔からの排水量に関するアンケート」を実施し、その実態を把握するものとした。

## 1.2. アンケートの項目

アンケートの項目は以下に示すとおりである。なお、アンケートの全文については巻末の付属資料に示してある。

### (a) 継目止水工の設計

- ① 止水板、継目排水孔の設置位置
- ② 止水板の材質と寸法
- ③ 継目排水孔の構造と材質
- ④ ジョイントグラウチング用の配管の有無

### (b) 継目止水工周辺のコングリートの設計、施工

- ① 外部コンクリートの厚さ
- ② 敷きモルタルの厚さ
- ③ 継目止水工周辺のコングリートの打設
- ④ 継目止水工周辺の水平打継目の処理と養生
- ⑤ 長期放置リフト面に対する対策

### (c) 継目排水孔の排水量

- ① 試験湛水時における継目排水孔からの排水量
- ② 現時点における継目排水孔からの排水量

### (d) 継目排水孔からの排水量の軽減対策

- ① 継目排水孔に入る貯水の流入経路の調査方法
- ② 継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工

### 1.3. アンケートの対象ダム

アンケートは、表-1.1 に示すように昭和60年度から平成元年度の間に試験湛水を行った建設省直轄ダムの10ダム（北海道開発局、沖縄開発庁のダムを含む）、建設省所管で都道府県が施工する補助ダムの35ダムの計45ダムについて実施した。また、アンケート対象の45ダムのうち、試験湛水中のサーチャージ水位において雑目排水孔1孔あたり20ℓ/minを超える排水量が観測されたダムについては、雑目排水孔からの排水量の軽減対策についてさらに詳細に補足アンケート調査を実施した。この際、前回のアンケート回答時に試験湛水の最中でデータの揃っていないダムについても併せて補足アンケート調査を実施した。補足アンケート調査は、表-1.2 に示す24ダムについて実施した。なお、補足アンケートの全文についても巻末の付属資料に示している。また、アンケート対象の45ダムの堤高の分布は図-1.1 に示すとおりである。

表-1.1 アンケート対象ダムの内訳

|       | ダム数 |
|-------|-----|
| 建設省直轄 | 10  |
| 補 助   | 35  |
| 合 計   | 45  |

表-1.2 補足アンケート対象ダムの内訳

|       | ダム数 |
|-------|-----|
| 建設省直轄 | 9   |
| 補 助   | 15  |
| 合 計   | 24  |

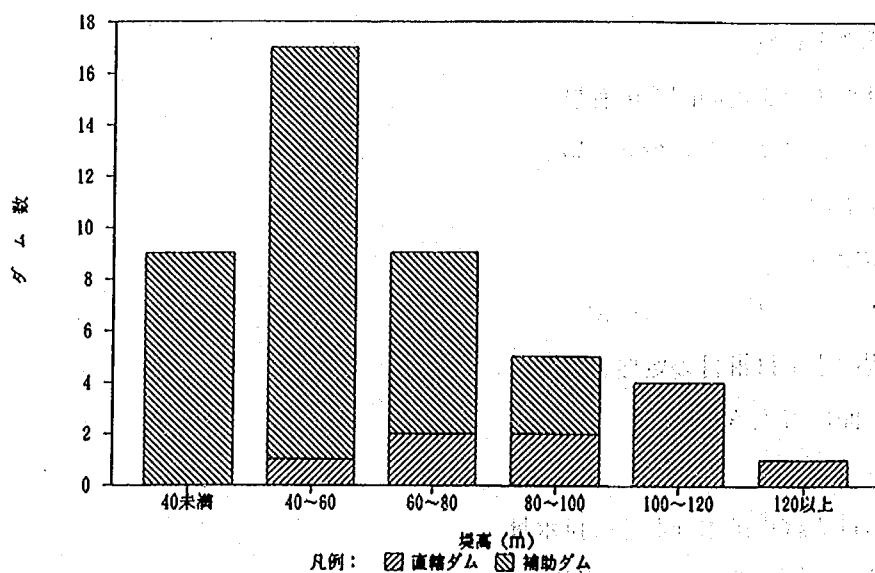


図-1.1 アンケート対象ダムの堤高の分布

## 2. 継目止水工の設計

### 2.1. 主止水板、副止水板、継目排水孔の設置位置

継目止水工として設置される主止水板、副止水板および継目排水孔の設置位置について調査した結果を表-2.1に示す。表によれば、アンケートの対象とした45ダムのうち43ダムで主止水板、副止水板の2枚の止水板を設置しており、残りの2ダムだけが主止水板のみを設置している。なお、表には示していないが、Aダムでは主止水板と副止水板の間に、さらにブチルゴム系の止水材（いわゆる鉄板無しのスパンシール）を設置している（図-2.1 参照）。

表-2.1 継目止水工の構造

| ダム名 | 堤高<br>(m) | 継目止水工の構造      |      |         |       |         |       |          |         |       |          | J・G |
|-----|-----------|---------------|------|---------|-------|---------|-------|----------|---------|-------|----------|-----|
|     |           | 上流面からの距離 (cm) |      | 主止水板の構造 |       | 副止水板の構造 |       | 継目排水孔の構造 |         |       |          |     |
|     |           | 主止水板          | 副止水板 | 継目排水孔   | 材 質   | 幅(mm)   | 材 質   | 幅(mm)    | 材 質     | 管の構造  | 形状直径(mm) |     |
| A   | 117.5     | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 400      | 鋼管      | 半割管2個 | 円        | 150 |
| B   | 91.0      | 100           | 150  | 220     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 400      | 塩ビ管     | 半割管2個 | 円        | 200 |
| C*  | 100.0     | 100           | 170  | 230     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 400      | 塩ビ管     | スリット入 | 円        | 200 |
| D   | 75.0      | 100           | 200  | 150     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 円        | 100 |
| E   | 107.0     | 100           | 200  | 300     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 400      | 鋼管      | 半割管1個 | 円        | 150 |
| F   | 78.0      | 100           | 200  | 300     | ステンレス | 700     | 塩ビ    | 400      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| G   | 120.0     | 100           | 200  | 260     | ステンレス | 700     | 塩ビ    | 300      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 150 |
| H   | 96.0      | 100           | 320  | 260     | 鋼板    | 860     | 塩ビ    | 300      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 150 |
| I   | 117.0     | 50            | 150  | 200     | ステンレス | 600     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| J   | 42.0      | 100           | 150  | 200     | ステンレス | 700     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| K   | 39.0      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 200      | 鋼管      | 半割管1個 | 円        | 150 |
| L   | 80.0      | 100           | 150  | 250     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 箱抜き孔    | 円     | 円        | 150 |
| M   | 46.0      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| N*  | 69.0      | 100           | 150  | 225     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | 塩ビ管     | スリット入 | 円        | 150 |
| O   | 33.0      | 50            | 150  | 100     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | 鋼材      | し型鋼2個 | 四角       | 140 |
| P   | 70.0      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 350     | 塩ビ    | 350      | 箱抜き孔    | 三角    | 三角       | 140 |
| Q   | 24.5      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 400      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 150 |
| R   | 65.5      | 75            | 150  | 200     | 塩ビ    | 350     | 塩ビ    | 350      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 150 |
| S   | 51.0      | 100           | 200  | 150     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | 鋼材      | 溝型鋼1個 | 四角       | 150 |
| T   | 93.5      | 100           | 200  | 150     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | 鋼材      | 溝型鋼1個 | 四角       | 150 |
| U   | 51.3      | 75            | 150  | 200     | 塩ビ    | 350     | 塩ビ    | 350      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 150 |
| V   | 41.0      | 100           | 200  | 250     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 半円       | 200 |
| W   | 59.2      | 100           | 200  | 230     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 半円       | 200 |
| X*  | 84.0      | 100           | 200  | 150     | 塩ビ    | 450     | 塩ビ    | 300      | 塩ビ管     | スリット入 | 円        | 150 |
| Y   | 79.5      | 100           | 180  | 230     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 半円       | 200 |
| Z   | 71.4      | 100           | 180  | 280     | 塩ビ    | 350     | 塩ビ    | 350      | 鋼管      | 半割管1個 | 半円       | 150 |
| AA  | 55.0      | 100           | 200  | 150     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 箱抜き孔    | 円     | 円        | 165 |
| AB  | 56.5      | 100           | 150  | >250    | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 220      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 200 |
| AC  | 50.5      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 箱抜き孔    | 半円    | 半円       | 150 |
| AD  | 29.0      | 100           | 150  | 200     | ステンレス | 500     | 水膨張性材 | 10       | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AE  | 46.4      | 50            | 115  | 165     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 塩ビ管     | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AF  | 63.0      | 100           | 150  | 200     | ステンレス | 600     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 半円       | 150 |
| AG  | 44.0      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 箱抜き孔    | 半円    | 半円       | 150 |
| AH  | 53.1      | 100           | 150  | 200     | ステンレス | 700     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AI  | 56.0      | 100           | 220  | 160     | ステンレス | 500     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AJ  | 41.4      | 50            | 150  | 210     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AK  | 69.0      | 100           | 150  | 220     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AL  | 42.1      | 65            | 115  | 165     | 鉄板入ゴム | 300     | 塩ビ    | 350      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AM  | 26.0      | 100           | 200  | 150     | 鉄板入ゴム | 300     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AN  | 36.0      | 100           |      | 200     | 鋼板    | 1000    |       |          | 鋼管      | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AO  | 31.5      | 100           | 200  | 250     | 塩ビ    | 450     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管2個 | 円        | 150 |
| AP  | 34.6      | 100           |      | 200     | 塩ビ    | 300     |       |          | 鋼管      | 半割管2個 | 円        | 150 |
| AQ  | 53.5      | 100           | 150  | 200     | 塩ビ    | 400     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AR  | 58.5      | 50            | 150  | 200     | 塩ビ    | 300     | 塩ビ    | 300      | コンクリート管 | 半割管1個 | 円        | 150 |
| AS  | 30.0      | 100           | 150  | 200     | 鋼板    | 600     | 塩ビ    | 300      | 鋼管      | 半割管1個 | 半円       | 150 |

\*: RCD工法のダム

J・G: 上流面止水板間の横継目のジョイントグラウチング

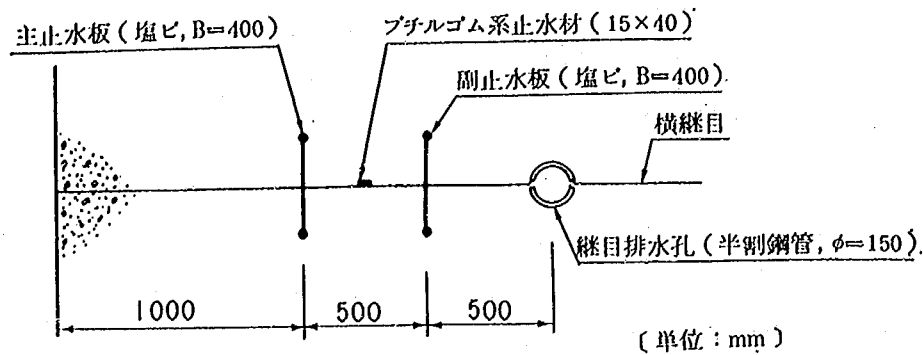
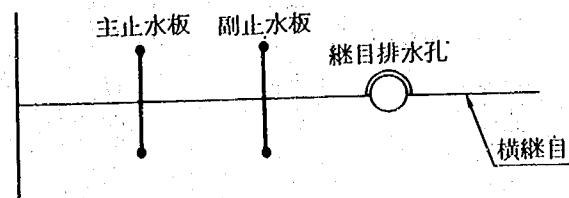
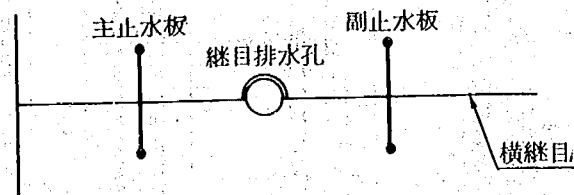


図-2.1 Aダムの継目止水工の構造

また、主、副2枚の止水板を設置している43ダムのうち34ダムでは図-2.2(a)に示すように主、副止水板の後に継目排水孔を設置しており、残りの9ダムでは図-2.2(b)に示すように主止水板と副止水板の間に継目排水孔を配置している。



(a) 主止水板と副止水板の後に継目排水孔を配置する例



(b) 主止水板と副止水板の間に継目排水孔を配置する例

図-2.2 継目止水工の配置例

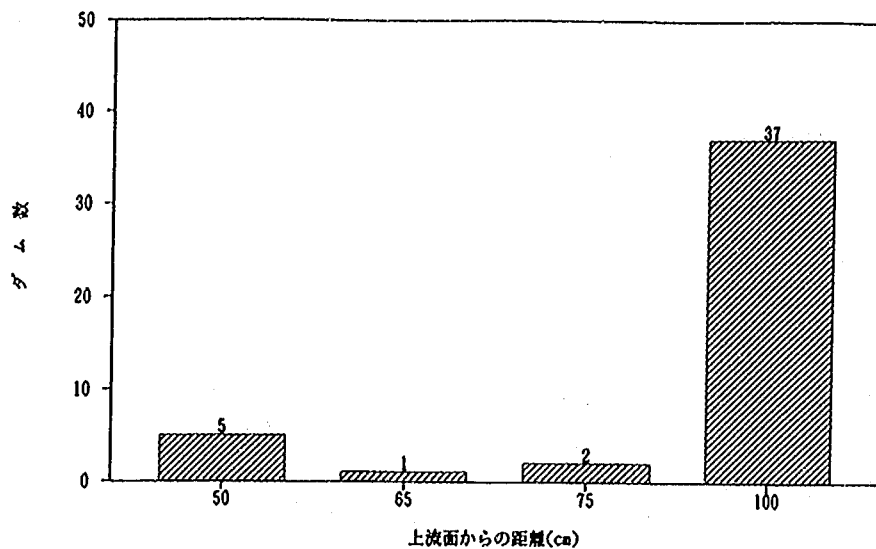


図-2.3 主止水板の設置位置の分布

図-2.3 は、主止水板の設置位置を上流面からの距離によって示したものである。主止水板の設置位置としては、上流面から100 cmとしている例が最も多く45ダム中37ダムとなっている。また、残りのダムにおける主止水板の設置位置は50cm～75cmで、全て上流面から100 cm以下となっている。

一方、図-2.4 は副止水板の設置位置を上流面からの距離で示したものである。

図では、前掲の図-2.2(a), (b)に示した副止水板と継目排水孔との配置パターンについても分類して示している。図より、副止水板の設置位置としては、上流面から150 cmとしている例が43ダム中24ダムと最も多く、続いて200 cmとしている例が12ダムとなっている。なお、副止水板の設置位置を200 cmとしている12ダムのうち半数の6ダムは、主止水板と副止水板の間に継目排水孔を設置しているダムである。また、副止水板の設置位置の最頻値である150 cmよりも浅い位置に副止水板を設置しているダムはわずか2ダムで、ほとんどのダムでは150 cmよりも深い位置に副止水板を設置している。

また、図-2.5 は継目排水孔の設置位置を上流面からの距離で示したものである。図の中では、前掲の図-2.2(a), (b)に示した副止水板と継目排水孔との配置パターンについても分類して示している。図より、継目排水孔の設置位置としては、上流面から200 cmとしている例が45ダム中19ダムと最も多く、続いて150 cmとしているダムが6ダムとなっている。なお、継目排水孔の設置位置を150 cmとしているダムは、全て主止水板と副止水板の間に継目排水孔を設置しているダムである。

以上の結果から、現在、最も多く採用されている主止水板、副止水板、継目排水孔の配置例を示すと、図-2.6 のようになる。

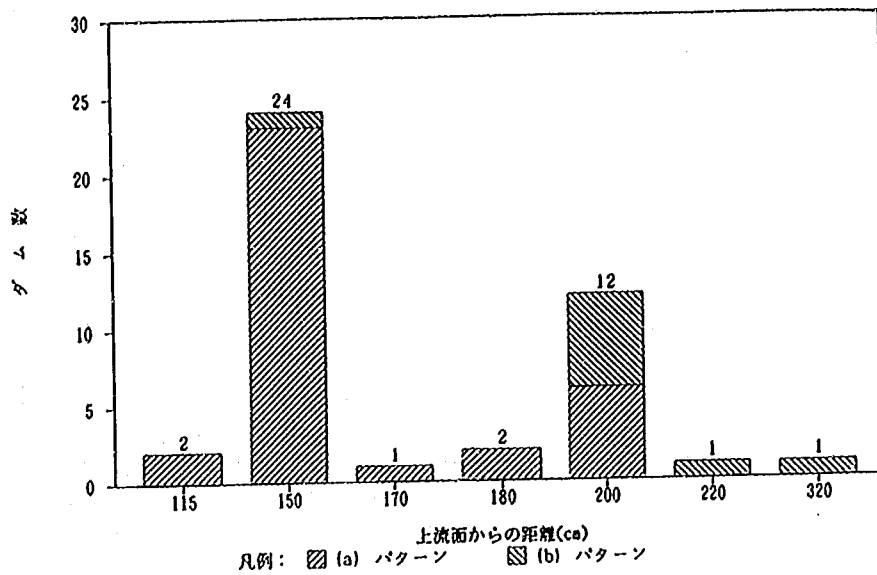


図-2.4 副止水板の設置位置の分布

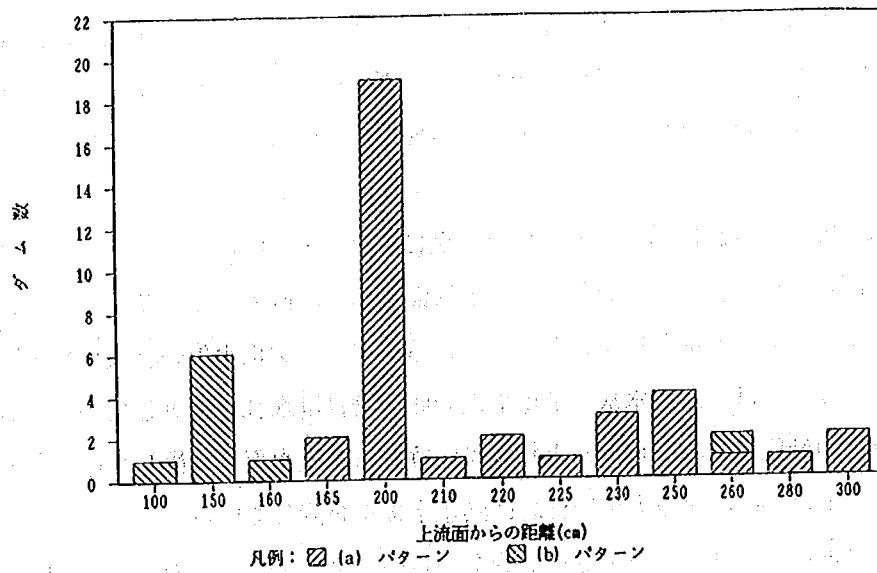


図-2.5 継目排水孔の設置位置の分布

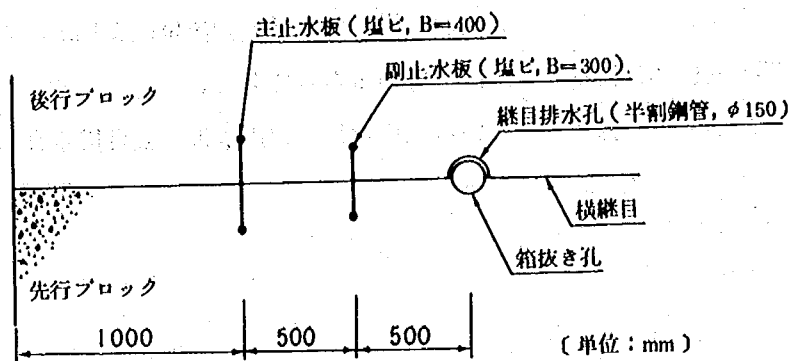


図-2.6 継目止水工の代表的な配置例

## 2.2. 止水板の材質と寸法

次に、主止水板、副止水板の材質と寸法について調査した結果を表-2.1 に示す。

図-2.7 は、主止水板の材質について整理したものである。主止水板の材質としては、塩化ビニール（以下、塩ビと略す）、ステンレス板、銅板、鉄板入りゴム（いわゆる鉄板入りのスパンシール）などがあるが、塩ビ製の止水板を用いているダムが45ダム中32ダムと最も多く、続いてステンレス製の止水板を用いているダムが8ダムとなっている。

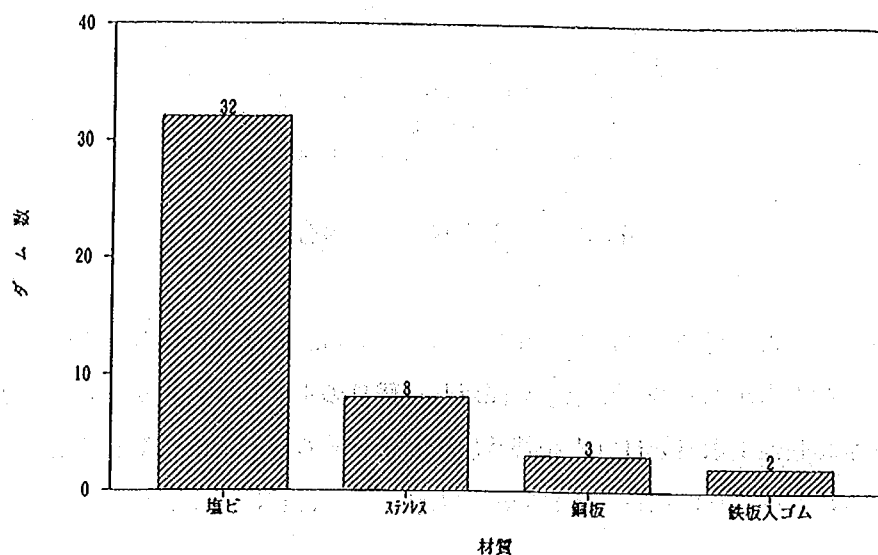


図-2.7 主止水板の材質の分布

一方、図-2.8 は主止水板の幅について整理したものである。塩ビ製の止水板については、幅400 mmのものが32ダム中16ダムと最も多く、続いて幅300 mmのものが10ダムとなっている。なお、塩ビ製の止水板の最大幅は450 mmとなっている。これに対して、ステンレス製の止水板は500 mm～700 mmと塩ビ製止水板よりもその幅が広がっており、8ダム中4ダムで幅700 mmのものが用いられている。また、銅製の止水板は3ダムでしか用いられていないが、その幅は600 mm～1000mmとさらに広がっている。

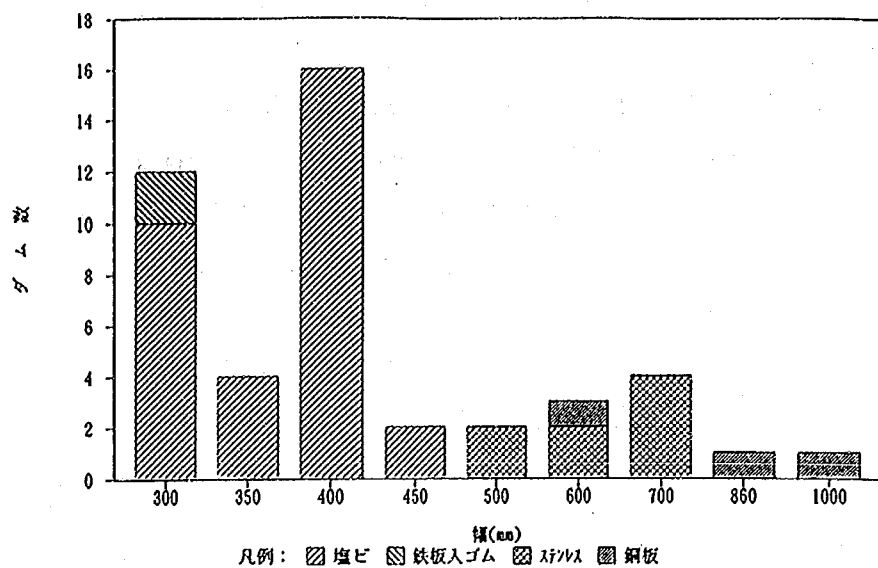


図-2.8 主止水板の幅の分布

次に、図-2.9 は副止水板の材質について整理したものである。副止水板は45ダムのうち43ダムで設置しているが、このうち42ダムが塩ビ製の止水板を採用し、残りの1ダム（ADダム）では水膨張性の止水材を採用している（水膨張性止水材とはゴムを特殊加工したシール材で、水に触れると膨張するものである）。なお、ADダムにおける水膨張性止水材の設置方法を図-2.10に示す。

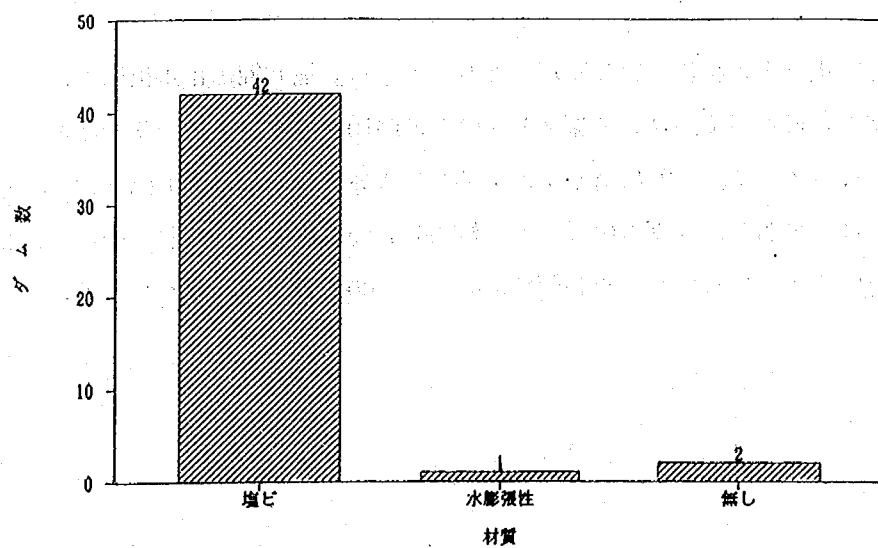


図-2.9 副止水板の材質の分布

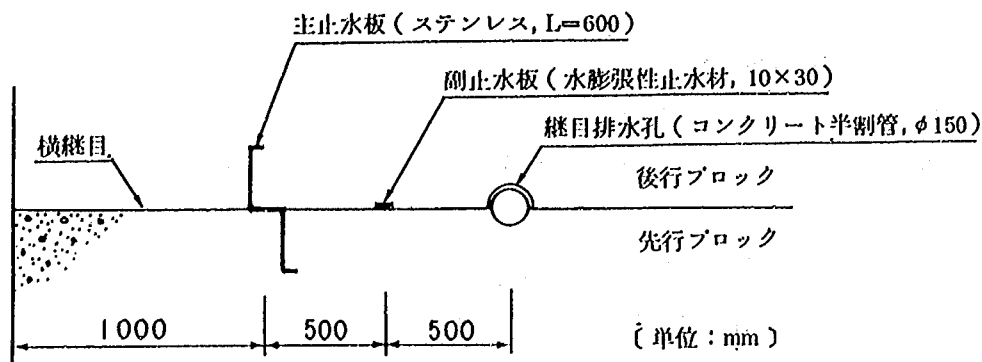


図-2.10 ADダムの継目止水工の構造

また、図-2.11は副止水板の幅について整理したものである（水膨張性止水材を除く）。副止水板の幅は200 mm～400 mmとなっているが、幅300 mmのものが42ダム中29ダムと最も多く用いられ、続いて幅400 mmのものが6ダムで、幅350 mmのものが5ダムでそれぞれ用いられている。

以上の結果から、現在、最も多く採用されている主止水板、副止水板の材質と寸法を示すと、図-2.6のようになる。

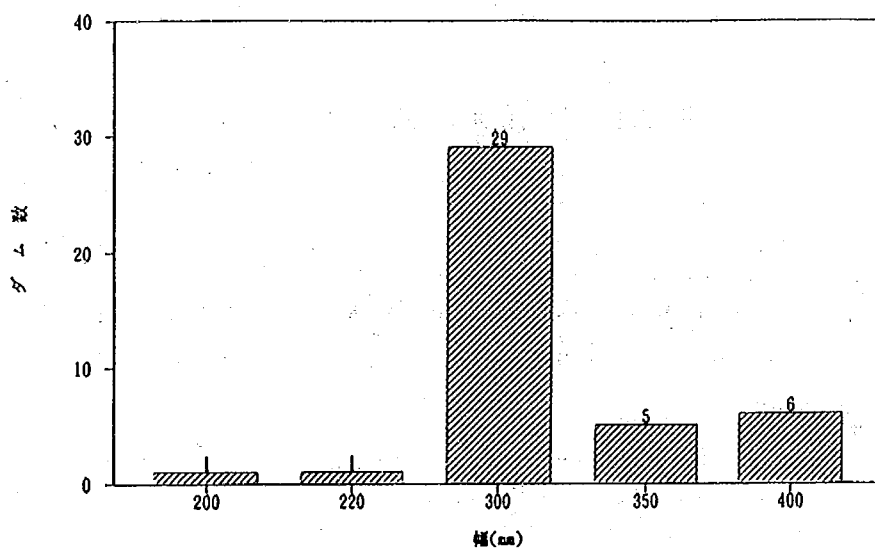


図-2.11 塩ビ製副止水板の幅の分布

### 2.3. 継目排水孔の構造と材質

次に、継目排水孔の構造と材質について調査した結果を表-2.1 に示す。

図-2.12は継目排水孔の形状について整理したものである。継目排水孔の断面形状としては円形、半円形、四角形、三角形の4種類があり、このうち図-2.13に示すように、円形とL型鋼を2個用いた四角形の継目排水孔は横継目に接する2つのブロックに跨って設置されているもので、半円形、三角形および溝型鋼を1個用いた四角形の継目排水孔は横継目に接する片側のブロックのみに設置されているものである。図-2.12より、円形の継目排水孔を採用しているダムが45ダム中33ダムと最も多く、続いて半円形の継目排水孔を採用しているダムが8ダムとなっている。

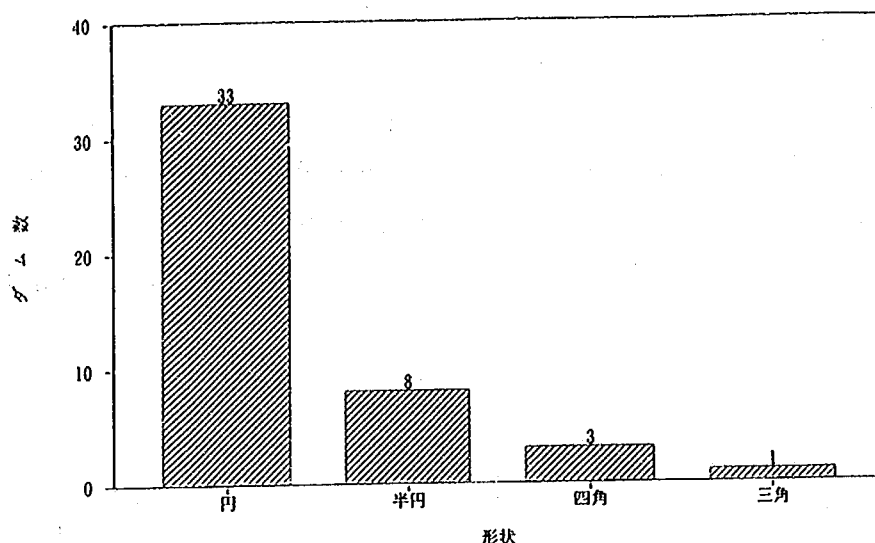


図-2.12 継目排水孔の形状の分布

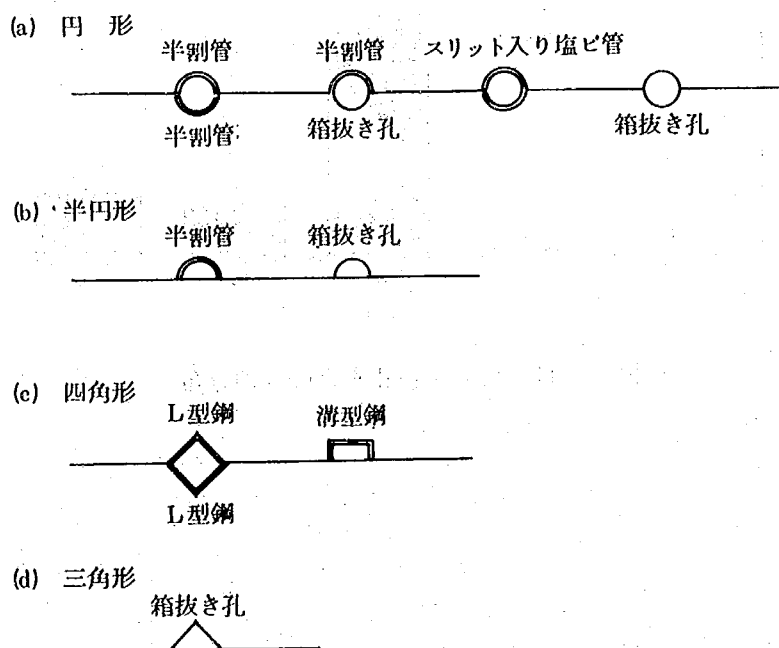


図-2.13 継目排水孔の構造

また、図-2.14は前掲の図-2.13に示した継目排水孔の形状と構造についてその分布を整理したものである。継目排水孔の設置方法としては、コンクリート中に管などを埋設する方法と箱抜きによって設置する方法の2種類があるが、先行ブロック側には箱抜きを行い、後行ブロック側には半割管を埋設する方法、つまり、継目排水孔の形状は円形で半割管を後行ブロックのみに設置する方法が、45ダム中24ダムと最も多く採用されている。なお、RCD工法を採用したC、N、Xの3ダムでは全面レヤ打設を採用しているため、スリット入りの塩ビ管によって継目排水孔を作製している。

次に、図-2.15は継目排水孔の材質について示したものである。継目排水孔の材質としては、鋼管（L型鋼、溝型鋼を含む）、コンクリート管、塩ビ管があり、このうち鋼管を用いているダムが40ダム中17ダムと最も多く、コンクリート管と塩ビ管の使用例はそれぞれ12ダム、11ダムとほぼ同数になっている。

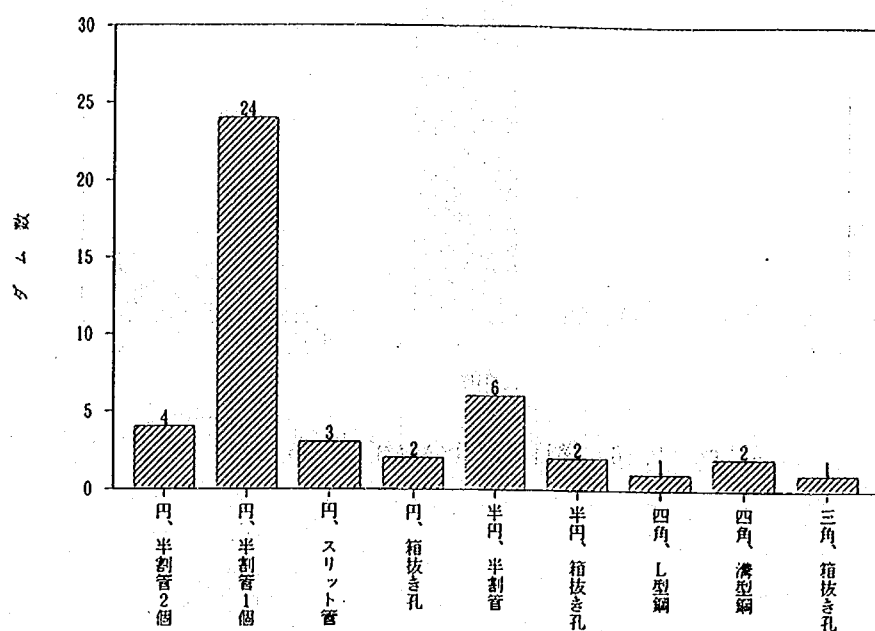


図-2.14 継目排水孔の形状と構造の分布

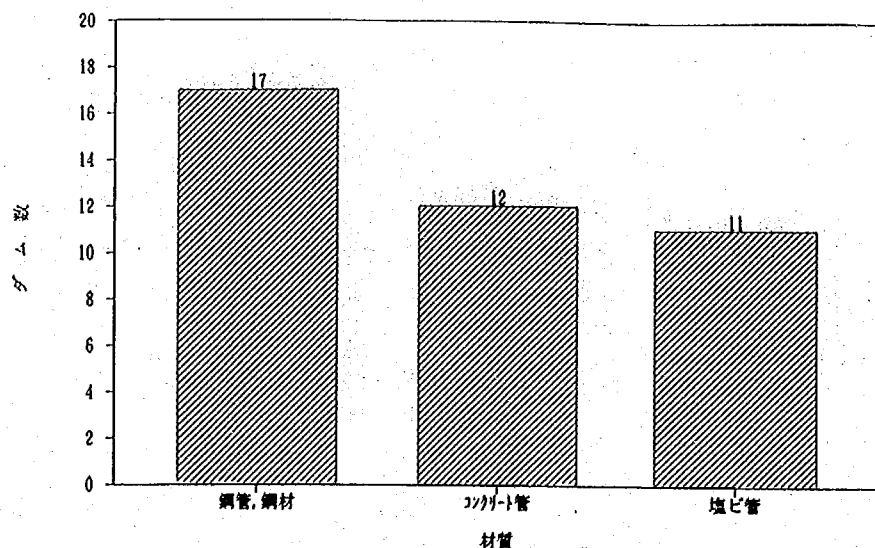


図-2.15 継目排水孔の材質の分布

また、図-2.16は継目排水孔の直径（三角形、四角形の継目排水孔については横継目に沿って測った長さ）について示したものである。図に示すように、継目排水孔の直径は45ダム中35ダムで150mmとなっている。

以上の結果から、現在、最も多く用いられている継目排水孔の構造、材質、寸法を示すと、図-2.6 のようになる。

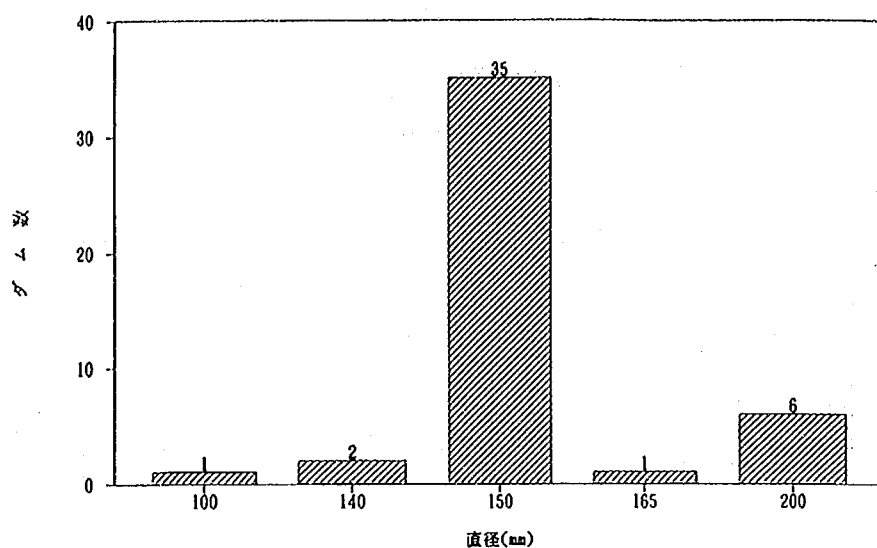


図-2.16 継目排水孔の直径の分布

## 2.4. グ라우ティング用配管

今回アンケートを実施した45ダムのうちG, H, Yの3ダムでは、主止水板と副止水板の間にジョイントグラウティング用の配管を設置している。このうちGダムでは、主止水板と副止水板の間だけでなく、横継目全体にわたってジョイントグラウティング用の配管を設置している。図-2.17はこれらのダムにおけるジョイントグラウティング用の配管について示したものである。

なお、ジョイントグラウティングの実施時期については、Gダムでは試験湛水中に継目排水孔から多量の排水が観測された場合としており、またHダム、Yダムでは試験湛水に先立ってジョイントグラウティングを実施している。

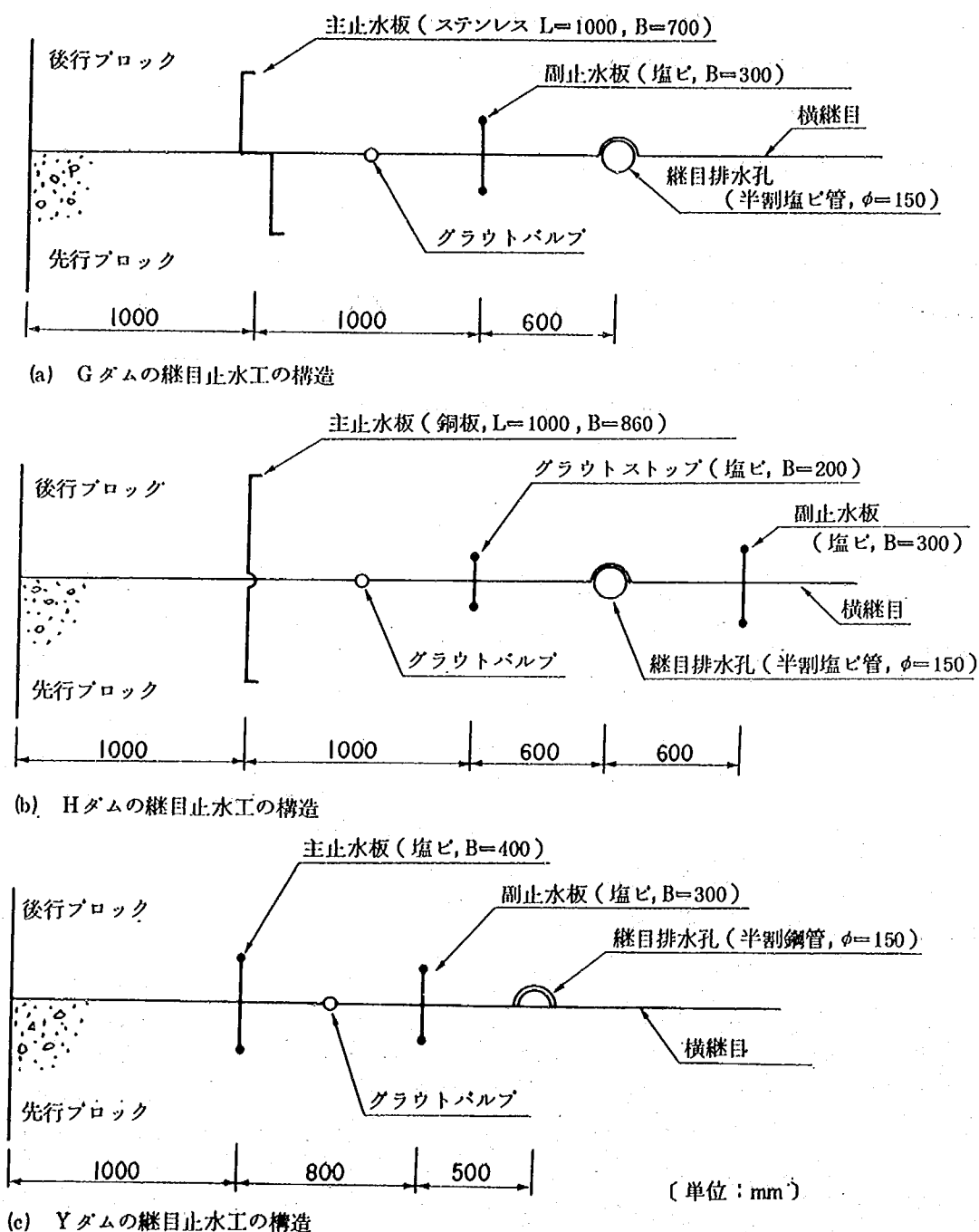


図-2.17 ジョイントグラウティング用の配管の設置例

### 3. 継目止水工周辺のコンクリートの設計, 施工

#### 3.1. 継目止水工周辺のコンクリートの打設

継目止水工周辺のコンクリートの打設について調査した結果を表-3.1 に示す。

図-3.1 はコンクリートの打設に先立つ止水板の清掃と監督員による検査について示したものである。ほとんど全てのダムで止水板の清掃と検査が行われているが、この規定が曖昧になっているダムもわずかながら認められる。

また、図-3.2 は、止水板周辺のコンクリート打設に際して、コンクリート中の粒径の大きな骨材をどのように処理しているかを示したものである。止水板の周辺に粒径の大きな骨材が集まらないように配慮しているダムは全体の40%にあたる18ダムであり、また、AFダムでは止水板周辺に対して最大骨材寸法を60mmと小さめの骨材を用いたコンクリートを打設している。なお、止水板周辺のコンクリートの締め固めにはほとんどのダムで手持ち式のインナーバイブレーターを使用している。

図-3.3 は外部コンクリートの厚さについて整理したものである。外部コンクリートの厚さは44ダム中29ダムで3.0mとなっており、続いて2.5mとしているダムが8ダムある。また、外部コンクリートの厚さが上流面から主止水板、副止水板までの距離よりも小さいダムが2ダムある。なお、図-3.4 に示すように、外部コンクリートの厚さはダムの堤高と関連しているようである。

表-3.1 縦目止水工周辺のコンクリートの施工方法

| ダム名 | 堤高<br>(m) | コンクリートの打設方法               |     |            |                              |                                                     |                 |                 | 外部<br>コンクリート<br>の厚さ<br>(m) |
|-----|-----------|---------------------------|-----|------------|------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------|
|     |           | 打設前の<br>止水板の清掃、<br>清掃、検査有 | 検査無 | 特別な<br>指示無 | 縦目止水工<br>周辺の<br>大玉の除去<br>実 施 | 締め固め方法<br>手持ちのハイ<br>バック、<br>インナーハイ<br>バック、<br>ブローダー | ハイバック、<br>ブローダー | ハイバック、<br>ブローダー |                            |
| A   | 117.5     | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| B   | 91.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| C   | 100.0     | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| D   | 75.0      | ○                         |     |            | ○                            | 150                                                 | ○               |                 | 3.0                        |
| E   | 107.0     | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| F   | 78.0      | ○                         |     |            | ○                            | 80                                                  | ○               |                 | 3.0                        |
| G   | 120.0     | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| H   | 96.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   | ○               |                 | 3.0                        |
| I   | 117.0     | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| J   | 42.0      | ○                         |     |            | ○                            | ?                                                   | ○               | ○               | 3.0                        |
| K   | 39.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| L   | 80.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| M   | 46.0      | ○                         |     |            | ○                            | 100                                                 | ○               |                 | 2.0                        |
| N   | 69.0      | ○                         |     |            | ○                            | 150                                                 | ○               |                 | 3.0                        |
| O   | 33.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 2.5                        |
| P   | 70.0      | ○                         |     |            | ○                            | 100                                                 | ○               |                 | 3.0                        |
| Q   | 24.5      |                           |     | ○          |                              | ○                                                   |                 |                 | 1.0                        |
| R   | 65.5      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 2.5                        |
| S   | 51.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| T   | 93.5      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| U   | 51.3      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| V   | 41.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| W   | 59.2      | ○                         |     |            | ○                            | 50                                                  | ○               |                 | 2.0                        |
| X   | 84.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 | ○               | 2.5                        |
| Y   | 79.5      | ○                         |     |            | ○                            | 80                                                  | ○               |                 | 3.0                        |
| Z   | 71.4      | ○                         |     |            | ○                            | ?                                                   | ○               |                 | 2.5                        |
| AA  | 55.0      | ○                         |     |            | ○                            | 100                                                 | ○               | ○               | 3.0                        |
| AB  | 56.5      | ○                         |     |            | ○                            | 140                                                 | ○               | ○               | 3.0                        |
| AC  | 50.5      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 | ○               | 3.0                        |
| AD  | 29.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 2.5                        |
| AE  | 46.4      | ○                         |     |            | ○                            | 80                                                  | ○               |                 | 2.5                        |
| AF  | 63.0      | ○                         |     |            | ●*                           | 60                                                  | ○               |                 | 2.5                        |
| AG  | 44.0      | 後行*                       | 先行* |            |                              |                                                     | ○               | ○               | 2.5                        |
| AH  | 53.1      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| AI  | 56.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 | ○               | 3.0                        |
| AJ  | 41.4      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| AK  | 69.0      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| AL  | 42.1      | ○                         |     |            | ○                            | ?                                                   | ○               |                 | 2.0                        |
| AM  | 26.0      | ○                         |     |            | ○                            | 80                                                  | ○               |                 | 3.0                        |
| AN  | 36.0      | ○                         |     |            | ○                            | 80                                                  | ○               |                 | 1.0                        |
| AO  | 31.5      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 2.0                        |
| AP  | 34.6      | ○                         |     |            |                              | ○                                                   |                 |                 | 3.0                        |
| AQ  | 53.5      | ○                         |     |            | ○                            | 80                                                  | ○               |                 | 3.0                        |
| AR  | 58.5      |                           | ○   |            |                              |                                                     |                 | ○               | ?                          |
| AS  | 30.0      | ○                         |     |            | ○                            | 100                                                 | ○               |                 | 2.0                        |

後行\*：後行ブロック

先行\*：先行ブロック

●\*：止水板周辺にG<sub>max</sub>の小さいコンクリートを打設

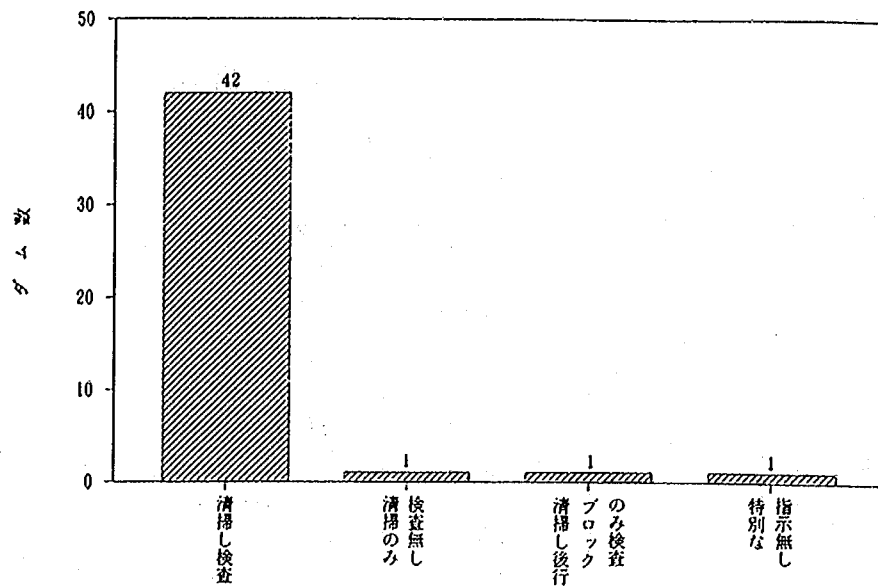


図-3.1 コンクリート打設前の止水板の清掃と検査

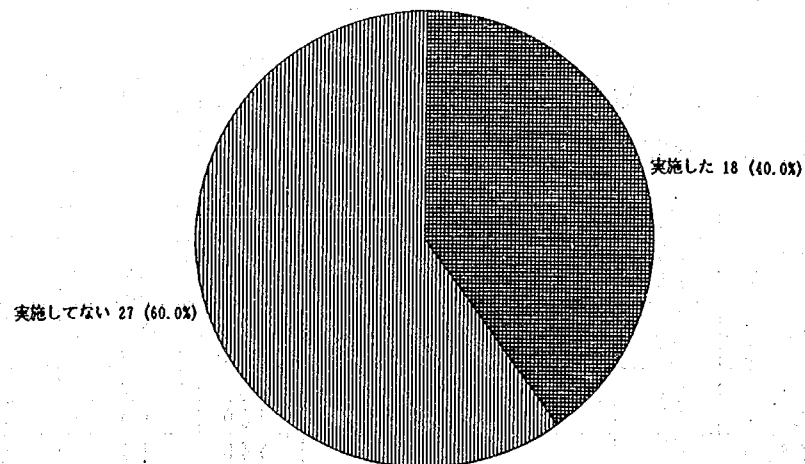


図-3.2 打設時における止水板周辺の大玉の除去

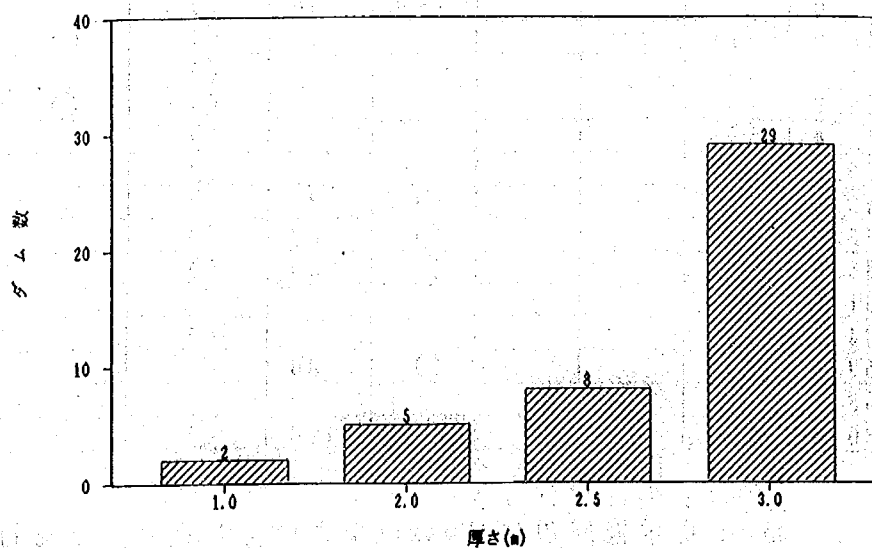


図-3.3 外部コンクリートの厚さの分布

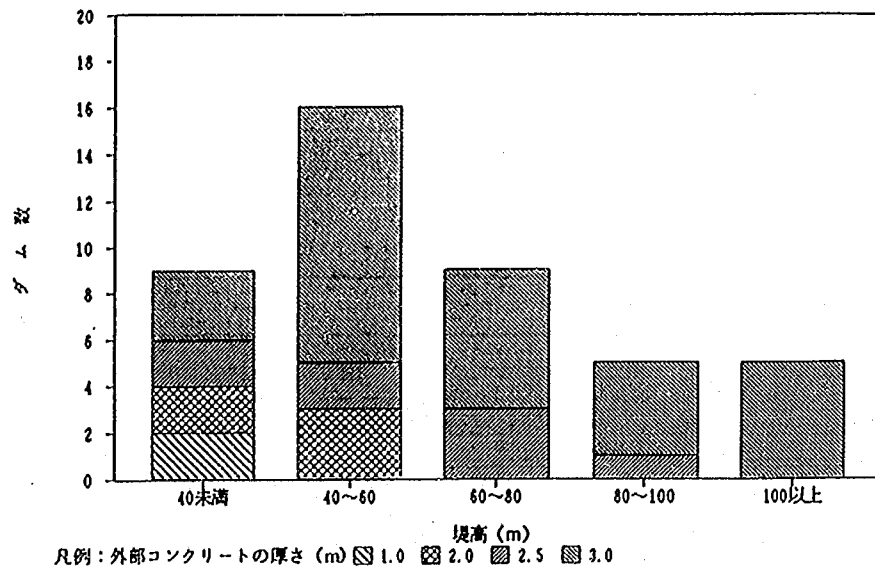


図-3.4 外部コンクリートの厚さと堤高の関係

### 3.2. 継目止水工周辺の水平打継目の処理と養生

継目止水工周辺のコンクリートの水平打継目に対する処理と養生について調査した結果を表-3.2 に示す。

図-3.5 は継目止水工周辺のコンクリートの水平打継目に対するグリーンカットの方法について整理したものである。グリーンカットの方法としては、ジェット水とワイヤブラシを併用しているダムが45ダム中26ダムと最も多く、続いてジェット水、ワイヤブラシを単独に用いているダムがそれぞれ10ダム、9ダムとなっている。

次に、図-3.6 は継目止水工周辺の水平打継目に対する敷モルタルの施工厚さについて整理したものである。敷モルタルの厚さは44ダム中34ダムで1.5 cmとしており、続いて2.0 cmとしているダムが7ダムある。なお、モルタルの敷き均しはワイヤブラシなど人力によっているものがほとんどである。

また、図-3.7 は水平打継目の養生方法について整理したものである。養生の方法は、湛水養生をしているダムは28ダムであり、散水養生だけのダムは17ダムとなっている。また、湛水養生の水深は10cmとしている例が最も多くなっている。

表-3.2 継目止水工周辺の水平打継目処理と養生方法

| ダム名 | 堤高<br>(m) | 継目止水工周辺の施工方法 |     |         |        |    |         |          |    |    |      |
|-----|-----------|--------------|-----|---------|--------|----|---------|----------|----|----|------|
|     |           | 継目止水工周辺の     |     |         | 敷きモルタル |    |         | 打継目の養生方法 |    |    |      |
|     |           | グリーンカットの方法   |     |         | 厚さ     | 敷き | 均し      | 方法       | 散水 | 湛水 | 湛水深  |
|     |           | ワイヤラッシュ      | ネット | 水その他    | (cm)   | 人力 | ワイヤラッシュ | 鉄板ロータ    | 養生 | 養生 | (cm) |
| A   | 117.5     | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  | ○  | 10   |
| B   | 91.0      | ○            | ○   |         | 1.5    |    | ○       |          | ○  |    |      |
| C   | 100.0     | ○            | ○   | スーパ-クレツ | 1.5    | ○  |         | ○        | ○  |    |      |
| D   | 75.0      | ○            | ○   | ソフトブラスト | 1.5    | ○  |         |          |    | ○  | 30   |
| E   | 107.0     | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          |    | ○  | 20   |
| F   | 78.0      |              | ○   |         | 1.5    |    | ○       |          | ○  | ○  | 10   |
| G   | 120.0     |              | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          |    | ○  | 10   |
| H   | 96.0      | ○            | ○   |         | 1.5    |    | ○       |          |    | ○  | 10   |
| I   | 117.0     | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          | ○  | ○  | 10   |
| J   | 42.0      |              | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          |    | ○  | ?    |
| K   | 39.0      | ○            | ○   |         | 1.5    |    | ○       |          | ○  |    |      |
| L   | 80.0      | ○            | ○   |         | 1.5    |    | ○       |          |    | ○  | 10   |
| M   | 46.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          | ○  |    |      |
| N   | 69.0      | ○            |     |         | 1.5    |    | ○       |          | ○  |    |      |
| O   | 33.0      | ○            | ○   | 電動チツハ-  | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  | ○  | 10   |
| P   | 70.0      |              | ○   | ロックハツマ- | 3.0    | ○  | ○       |          |    | ○  | 10   |
| Q   | 24.5      | ○            |     |         | 1.5    | ○  |         |          | ○  |    |      |
| R   | 65.5      | ○            |     |         | 1.0    | ○  | ○       |          | ○  | ○  | ?    |
| S   | 51.0      | ○            |     |         | 2.0    | ○  |         |          | ○  |    |      |
| T   | 93.5      | ○            |     |         | 2.0    | ○  |         |          | ○  |    |      |
| U   | 51.3      |              | ○   | * リツシ-  | ?      | ?  | ?       | ?        | ○  |    |      |
| V   | 41.0      | ○            |     |         | 2.0    |    | ○       |          | ○  | ○  | 10   |
| W   | 59.2      | ○            | ○   | ロックハツマ- | 2.0    | ○  | ○       |          |    | ○  | 10   |
| X   | 84.0      |              | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          | ○  |    |      |
| Y   | 79.5      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  | ○  | 20   |
| Z   | 71.4      |              | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          |    | ○  | 10   |
| AA  | 55.0      |              | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          | ○  | ○  | 10   |
| AB  | 56.5      |              | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  |    |      |
| AC  | 50.5      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  |    |      |
| AD  | 29.0      | ○            |     |         | 1.5    |    | ○       |          | ○  |    |      |
| AE  | 46.4      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          |    | ○  | 10   |
| AF  | 63.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  | ○  | 10   |
| AG  | 44.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          |    | ○  | 5    |
| AH  | 53.1      | ○            | ○   |         | 1.0    |    | ○       |          | ○  | ○  | 10   |
| AI  | 56.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  |    |      |
| AJ  | 41.4      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          |    | ○  | 3    |
| AK  | 69.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          | ○  |    |      |
| AL  | 42.1      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          |    | ○  | 15   |
| AM  | 26.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  |         |          |    | ○  | 15   |
| AN  | 36.0      | ○            |     |         | 2.0    |    | ○       |          | ○  |    |      |
| AO  | 31.5      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  |    |      |
| AP  | 34.6      | ○            | ○   |         | 2.0    | ○  |         |          |    | ○  | 10   |
| AQ  | 53.5      | ○            |     |         | 1.5    | ○  | ○       |          |    | ○  | 7    |
| AR  | 58.5      |              | ○   |         | 2.0    | ○  |         |          |    | ○  | 10   |
| AS  | 30.0      | ○            | ○   |         | 1.5    | ○  | ○       |          | ○  | ○  | 10   |

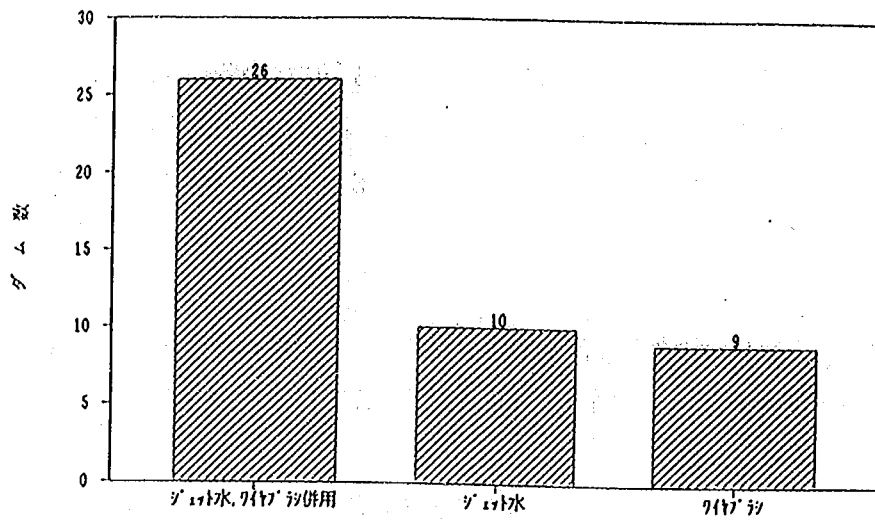


図-3.5 継目止水工周辺のグリーンガットの方法の分布

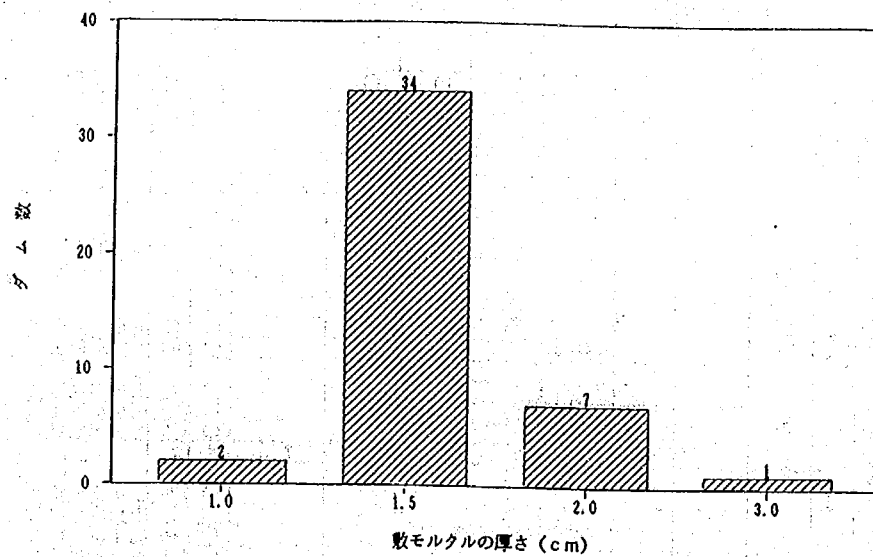


図-3.6 水平打継目に対する数モルタルの厚さの分布

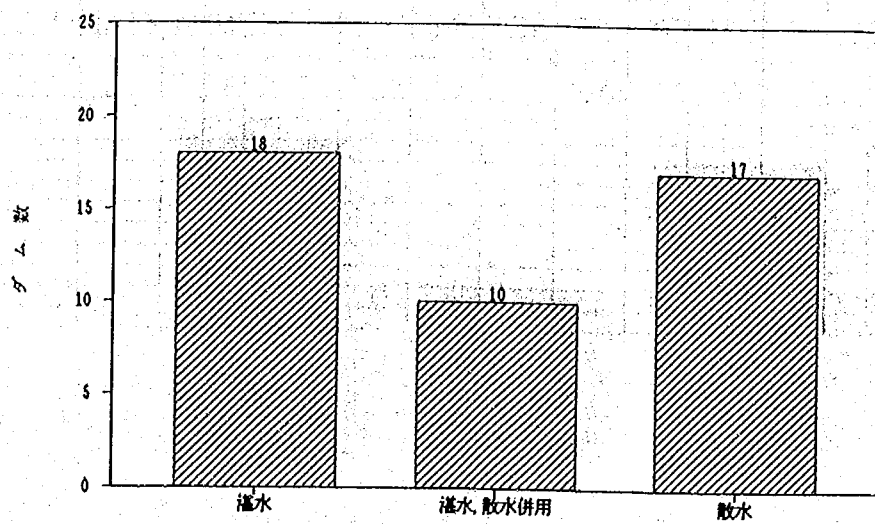


図-3.7 水平打継目の養生方法の分布

### 3.3. 止水板の接合方法

止水板の接合方法としては、一般に、塩ビ製の止水板の場合には融着、ステンレス製、銅製の止水板の場合には溶接が行われている。接合部の検査方法としては、接合部に石鹼水を塗り付けて反対側から圧縮空気を吹付け、接合部に泡が発生するかどうかによって確認している例がほとんどである。

### 3.4. 長期放置リフト面の対策

冬期間のコンクリートの打設中断など、長期間コンクリートの打設を中断したダムは45ダム中23ダムである。長期放置リフト面対策について調査した結果を表-3.3に示す。

表-3.3 長期放置リフト面の施工方法

| ダム名 | 堤高<br>(m) | 長期放置リフト面の養生方法 |    |    |     |     | 長期放置リフト面のグリーンカットの方法 |     |    |     |   | 有<br>無 | 距離<br>(cm) | 止水板の接合方法 |      |       | 止水板の材質 | 水平止水板の材質 |
|-----|-----------|---------------|----|----|-----|-----|---------------------|-----|----|-----|---|--------|------------|----------|------|-------|--------|----------|
|     |           | 無             | 回数 | 遮断 | 熱マツ | 砂散布 | その他                 | ワイヤ | ラシ | ネット | 水 | ネット    | ラシ         | 止水板      | 接合する | 接合する  | 止水板    |          |
| A   | 117.5     | ○             | 6  |    | ○   | ○   |                     |     |    |     |   | ○      | 125        | その他      | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 水密張性     |
| B   | 91.0      | ○             | 4  | ○  | ○   |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 50         | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| C   | 100.0     | ○             | 4  |    | ○   |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| D   | 75.0      | ○             | 3  |    |     |     |                     | ○   | ○  | ○   | ○ | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| E   | 107.0     | ○             | 4  | ○  |     | ○   |                     |     | ○  | ○   |   | ○      | ?          | ?        | ?    | ?     | 塩ビ     |          |
| F   | 78.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| G   | 120.0     |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| H   | 96.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| I   | 117.0     |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| J   | 42.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| K   | 39.0      | ○             | 3  |    | ○   | ○   |                     | ○   | ○  |     |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| L   | 80.0      | ○             | 3  |    |     | ○   |                     | ○   | ○  |     |   | ×      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| M   | 46.0      | ○             | 3  | ○  |     |     |                     | ○   | ○  |     |   | ×      |            |          |      |       |        |          |
| N   | 69.0      | ○             | 2  | ○  |     |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 50         | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| O   | 33.0      | ○             | 2  | ○  |     |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| P   | 70.0      | ○             | 3  | ○  |     |     | シート被覆               |     | ○  | ○   |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| Q   | 24.5      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| R   | 65.5      | ○             | 2  | ○  |     |     |                     |     |    | ○   |   | ○      | 75         | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| S   | 51.0      | ○             | 2  | ○  | ○   |     |                     | ○   | ○  |     |   | ○      | 200        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| T   | 93.5      | ○             | 4  |    |     |     | シート被覆               |     | ○  | ○   |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| U   | 51.3      | ○             | 3  | ?  | ?   | ?   | ?                   | ?   | ?  | ?   | ? | ?      | ?          | ?        | ?    | ?     | ?      | ?        |
| V   | 41.0      | ○             | 2  |    | ○   |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | ?          | ?        | ?    | ?     | ?      | ?        |
| W   | 59.2      | ○             | 3  |    | ○   |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| X   | 84.0      | ○             | 3  | ○  | ○   |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| Y   | 79.5      | ○             | 4  | ○  |     |     |                     | ○   | ○  | ○   |   | ○      | 180        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| Z   | 71.4      | ○             | ?  | ○  |     |     |                     | ○   | ○  |     |   | ○      | 100        | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| AA  | 55.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AB  | 56.5      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AC  | 50.5      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AD  | 29.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AE  | 46.4      | ○             | 2  |    | ○   | ○   |                     | ○   | ○  |     |   | ○      | 50         | 主止水板     | 塩ビ   | フタルゴム | 鉄板     | 塩ビ       |
| AF  | 63.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AG  | 44.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AH  | 53.1      | ○             | 1  |    | ○   |     | シート被覆               |     | ○  | ○   |   | ×      |            |          |      |       |        |          |
| AI  | 56.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AJ  | 41.4      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AK  | 69.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AL  | 42.1      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AM  | 26.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AN  | 36.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AO  | 31.5      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AP  | 34.6      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AQ  | 53.5      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |
| AR  | 56.5      | ○             | 2  |    |     | ○   |                     |     |    | ○   |   | ×      |            |          |      |       |        |          |
| AS  | 30.0      |               |    |    |     |     |                     |     |    |     |   |        |            |          |      |       |        |          |

図-3.8 は長期放置リフト表面の養生方法について示したものである。湛水養生を除く養生方法としては、断熱マットによるダムが5ダム、砂養生によるダムが4ダム、両者を併用したダムが3ダムとなっている。また、湛水養生のみによるダムは7ダムとなっている。

図-3.9 は長期放置リフト表面に対するコンクリートの打設前処理について示したものである。ワイヤブラシによる処理を除く打設前処理方法としては、ジェット水を用いたダムが7ダム、チップングによるダムが6ダム、ジェット水とチップングを併用したダムが7ダムとそれぞれの例はほぼ同数となっている。また、ワイヤブラシによる処理のみによるダムは1ダムとなっている。

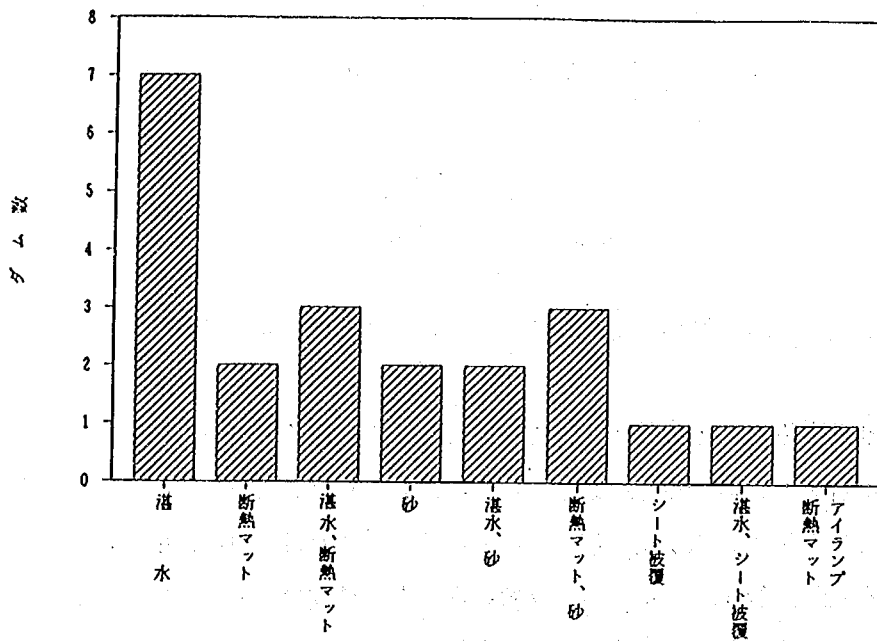


図-3.8 長期放置リフト面の養生方法の分布

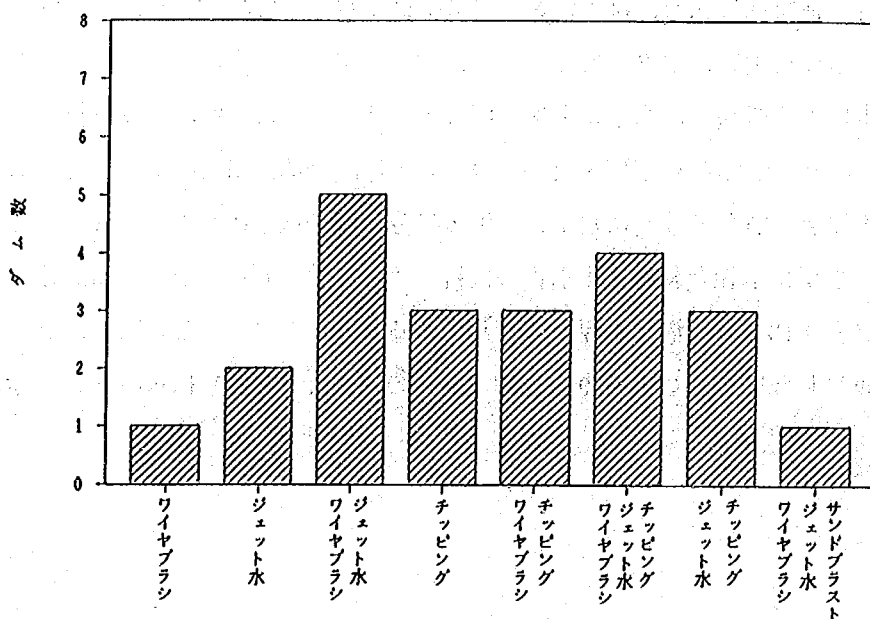


図-3.9 長期放置リフト面の打設前処理方法の分布

図-3.10は長期放置リフト表面に対する水平止水板の設置の有無について示したものである。水平止水板は23ダムのうち18ダムで設置されている。なお、水平止水板はいずれも新しいコンクリートを打ち継ぐ長期放置リフトの表面のみに設置されている。

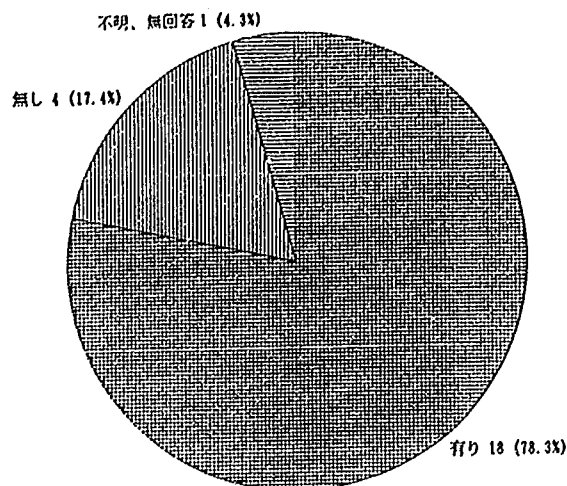


図-3.10 長期放置リフト面の水平止水板の有無

次に、図-3.11は水平止水板の材質について整理したものである。水平止水板の材質としては、塩ビ製の止水板が18ダム中11ダムと最も多く、続いて水膨張性の止水材を用いた例が2ダムとなっている。なお、BダムとA Eダムでは2種類の水平止水板を用いているが、これは、横継目止水板の材質と水平止水板の材質が異なっていたため、施工途中でこれを材質の同じものに変更したためである。また、このほかに、水平止水板とそれに接続する横継目止水板の材質が異なっている例が5ダム（前述のBダム、A Eダムを除く）があるが、このうち水膨張性止水材、鉄板入ゴムの止水板を用いたAダム、Pダム、Xダムでは、止水材（板）自身の持つ粘着性により、材質の異なる横継目止水板と接続させている。同じく、水平止水板にブチルゴム系の止水板を用いたCダムでは、図-3.12に示すような構造の水平止水板を採用しており、このため横継目止水板との接続は、水平止水板に切り欠きを作り、横継目止水板を挟み込むようにして施工されている。また、水平止水板に銅板を用いたOダムでは、予め長期放置リフトとなる打設面に塩ビ製の横継目止水板の上流側に重なるように水平止水板の半分の幅を埋め込んで、接続させている。

また、図-3.13は水平止水板と横継目止水板の接続について整理したものである。水平止水板を主止水板に接続しているダムが13ダム、副止水板に接続しているダムが2ダムある。なお、Aダムでは主止水板と副止水板の間に設置したブチルゴム系の止水材（前掲の図-2.1 参照）に水膨張性の水平止水材を接続させている。

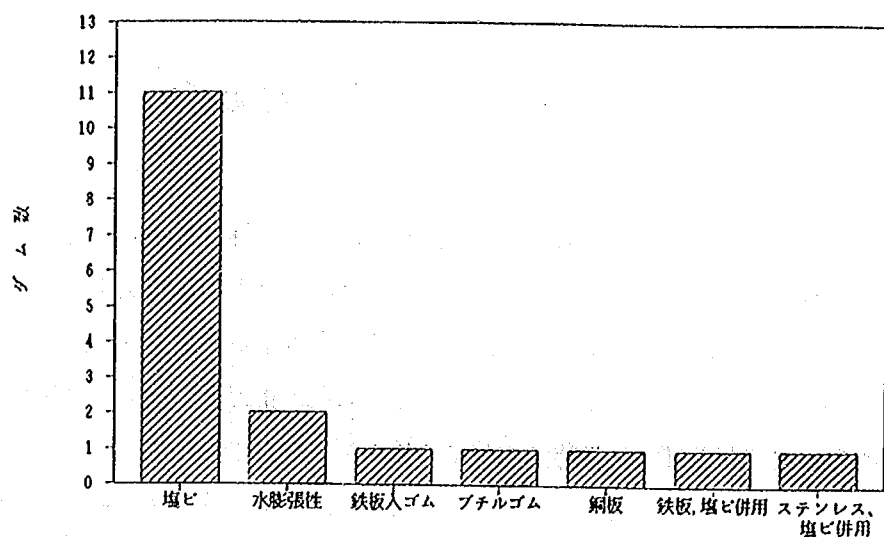


図-3.11 水平止水板の材質の分布

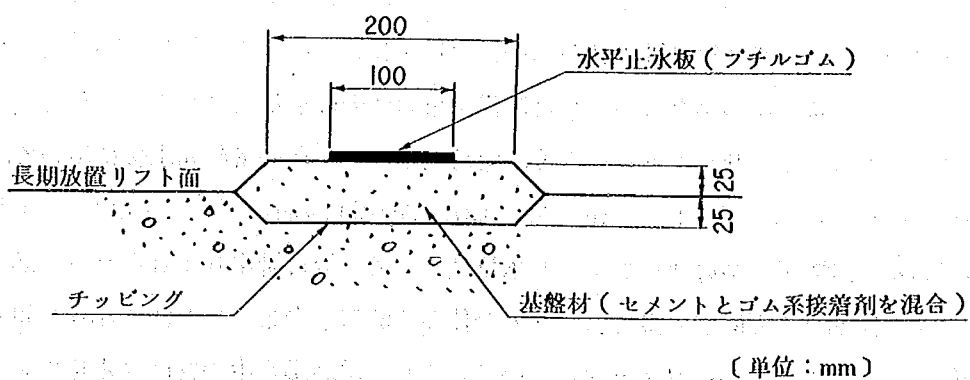


図-3.12 Cダムの水平止水板の設置例

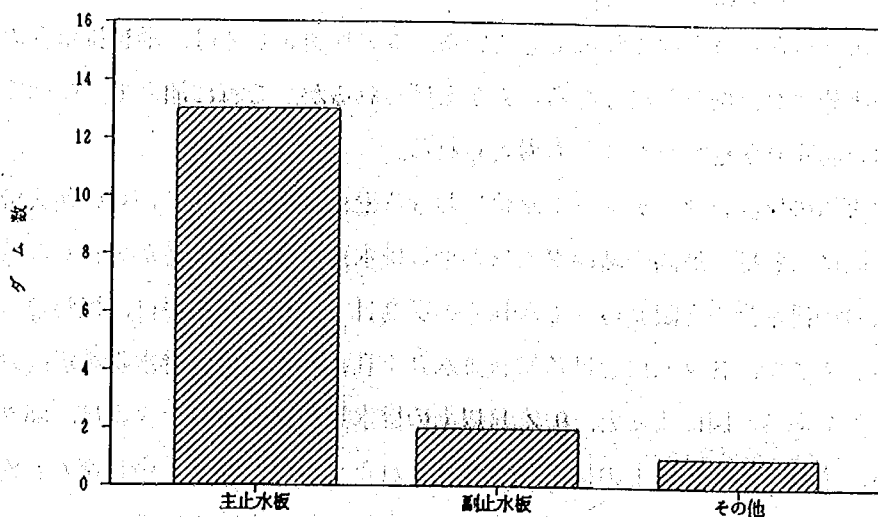


図-3.13 水平止水板と接続する横継目止水板の分布

## 4. 継目排水孔からの排水量

### 4.1. 継目排水孔からの排水量の大きさ

表-4.1 に、試験湛水中のサーチャージ水位、常時満水位における継目排水孔からの排水量と、現在の常時満水位における継目排水孔からの排水量を示す。なお、試験湛水中の常時満水位には水位上昇時と水位降下時の2つの水位があるが、ここでは、継目排水孔からの全排水量が最も大きくなった時の値を示している。また、現在の常時満水位における排水量とは、概ね過去1年程度の期間で全排水量が最大になった時の値を示しており、必ずしも厳密に常時満水位での値を示したものではない。また、継目排水孔からの排水量を軽減させるための対策工が実施されている場合には、対策工施工後の期間について排水量の最大値を示している。なお、表によれば、試験湛水中のサーチャージ水位時と常時満水位時とで、常時満水位時における排水量の方が大きくなっているダムが一部見られるが、これは、継目排水孔からの排水量が貯水位だけでなく季節（堤体の温度）によって変動するという特性をもっているためである。また、Pダムでは試験湛水の水位上昇時に継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工が実施されており、このため、サーチャージ水位の時の排水量の方が常時満水位の時の排水量よりも小さくなっている。

図-4.1 は、試験湛水中のサーチャージ水位、常時満水位と現在の常時満水位において、継目排水孔1孔あたりの最大排水量が10ℓ/min未満、10～20ℓ/min、20～50ℓ/min、50ℓ/min以上を示したダムの数を示したものである。試験湛水中のサーチャージ水位において、継目排水孔1孔あたりの最大排水量が20ℓ/minを超えるダムは20ダムと回答の得られたダム全体の約53%を占め、また50ℓ/minを超えるダムは9ダムと回答の得られたダム全体の約24%となっている。また、試験湛水中の常時満水位において、継目排水孔1孔あたりの最大排水量が20ℓ/minを超えるダムは13ダムと回答の得られたダム全体の約43%を占め、また50ℓ/minを超えるダムは9ダムと回答の得られたダム全体の30%となっている。一方、現在の常時満水位において、継目排水孔1孔あたりの最大排水量が20ℓ/minを超えるダムは6ダムと回答の得られたダム全体の20%、また50ℓ/minを超えるダムは2ダムと回答の得られたダム全体の約7%となっており、試験湛水中に比べてその数はかなり少なくなっている。この理由としては、継目排水孔の排水量を軽減するための対策工が実施された例がかなりあることがあげられるが、これに加えて、時間の経過とともに徐々に継目排水孔の目詰まりが進行したことも考えられる。

また、図-4.2 はダムの堤高とサーチャージ水位における継目排水孔1孔あたりの最大排水量の関係を示したものである。図によれば、堤高の高いダムほど継目排水孔からの排水量が大きくなる傾向があり、継目排水孔1孔あたりの排水量の上限值 $Q$  (ℓ/min) と堤高 $H$  (m) との関係は、概ね $Q=1.7 H$ で表わされることがわかる。そこで、各ダムにおける継目排水孔1孔あたりの最大排水量を堤高の比率により整理したものが図-4.3 である。図によると、0.2  $H$ 以上の排水量が観測されたダムは、38ダム中22ダムと約58%を占めており、また、0.5  $H$ 以上の排水量が観測されたダムは、38ダム中16ダムと約42%を占め、1.0  $H$ 以上の排水量が観測されたダムは、38ダム中9ダムと約24%を占めている。すなわち、この結果は、堤高に比して多量の排水が発生しているダムがかなり多い率で存在していることを示している。

表-4.1 縦目排水量の実態

| ダム名 | 堤高<br>(m) | 試験湛水期間 |    |    |    |    | 試験湛水中の縦目排水量 (ℓ/min) |       |        |         |    |        |       |        |         |    | 現在の縦目排水量 (ℓ/min) |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
|-----|-----------|--------|----|----|----|----|---------------------|-------|--------|---------|----|--------|-------|--------|---------|----|------------------|-------|-------|--------|----|------|-------|--|-------|--|--|
|     |           | 開始     |    | 終了 |    |    | サーチャージ              |       | 水位時    |         |    | 常時満水位時 |       |        | 年       |    | 月                |       |       | 日      |    |      | 一孔最大  |  | Total |  |  |
|     |           | 年      | 月  | 年  | 月  | 日  | 一孔最大                | Total | 年      | 月       | 日  | 一孔最大   | Total | 年      | 月       | 日  | 一孔最大             | Total | 年     | 月      | 日  | 一孔最大 | Total |  |       |  |  |
| A   | 117.5     | 89     | 3  | 90 | 9  |    |                     |       |        |         |    |        |       |        |         |    |                  |       | 91    | 5      | 30 | 2.55 | 3.93  |  |       |  |  |
| B   | 91.0      | 87     | 11 | 89 | 3  | 88 | 5                   | 10    | 49.60  | 361.02  | 89 | 3      | 7     | 169.00 | 1377.39 | 91 | 5                | 1     | 52.80 | 386.27 |    |      |       |  |       |  |  |
| C   | 100.0     | 89     | 10 | 90 | 8  | 90 | 4                   | 29    | 49.74  | 238.26  | 90 | 4      | 13    | 38.22  | 149.69  | 91 | 5                | 7     | 30.20 | 83.38  |    |      |       |  |       |  |  |
| D   | 75.0      | 85     | 11 | 88 | 3  | 86 | 4                   | 20    | 94.74  | 481.28  | 88 | 2      | 8     | 116.38 | 546.57  | 91 | 2                | 4     | 45.61 | 173.58 |    |      |       |  |       |  |  |
| E   | 107.0     | 84     | 10 | 85 | 3  | 85 | 1                   | 29    | 116.00 | 515.90  | 85 | 2      | 10    | 103.00 | 460.90  | 91 | 4                | 15    | 4.31  | 9.86   |    |      |       |  |       |  |  |
| F   | 78.0      | 89     | 3  | 91 | 5  | 91 | 3                   | 15    | 95.00  | 534.00  | 91 | 3      | 16    | 95.00  | 543.00  |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| G   | 120.0     | 89     | 1  | 90 | 5  | 90 | 5                   | 7     | 21.99  | 154.82  | 89 | 11     | 25    | 4.96   | 14.90   | 90 | 6                | 2     | 7.58  | 40.06  |    |      |       |  |       |  |  |
| H   | 96.0      | 85     | 10 | 86 | 7  | 86 | 4                   | 18    | 132.81 | 1046.71 | 86 | 3      | 11    | 145.89 | 1172.37 | 91 | 2                | 15    | 61.50 | 347.31 |    |      |       |  |       |  |  |
| I   | 117.0     | 86     | 9  | 87 | 5  | 87 | 3                   | 23    | 199.60 | 1491.67 | 87 | 4      | 12    | 71.32  | 391.94  | 90 | 7                | 2     | 4.54  | 16.95  |    |      |       |  |       |  |  |
| J   | 42.0      | 86     | 2  | 88 | 3  | 87 | 12                  | 23    |        | 7.60    |    |        |       |        |         | 89 | 8                | 7     | 1.62  | 4.09   |    |      |       |  |       |  |  |
| K   | 39.0      | 86     | 11 | 88 | 1  | 87 | 12                  | 30    | 7.70   | 24.84   |    |        |       |        |         | 90 | 7                | 25    | 0.42  | 0.56   |    |      |       |  |       |  |  |
| L   | 80.0      | 89     | 11 | 90 | 6  | 90 | 3                   | 15    | 23.60  | 48.90   |    |        |       |        |         | 91 | 6                | 5     | 7.48  | 15.36  |    |      |       |  |       |  |  |
| M   | 46.0      | 86     | 10 | 88 | 3  | 88 | 4                   | 23    | 6.92   | 19.15   | 88 | 5      | 1     | 2.50   | 7.16    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| N   | 69.0      | 89     | 12 | 91 | 2  | 91 | 2                   | 16    | 19.92  | 70.85   | 91 | 2      | 20    | 13.64  | 47.94   | 91 | 6                | 3     | 1.50  | 3.30   |    |      |       |  |       |  |  |
| O   | 33.0      | 89     | 10 | 91 | 5  | 91 | 4                   | 12    | 34.05  | 137.53  | 91 | 5      | 20    | 4.00   | 7.46    | 91 | 6                | 4     | 10.43 | 16.94  |    |      |       |  |       |  |  |
| P   | 70.0      | 89     | 12 | 90 | 5  | 90 | 3                   | 17    | 35.20  | 111.93  | 90 | 2      | 23    | 59.60  | 129.12  | 91 | 4                | 11    | 8.20  | 27.67  |    |      |       |  |       |  |  |
| Q   | 24.5      | 89     | 11 | 90 | 2  | 90 | 2                   | 17    | 10.50  | 27.98   | 90 | 2      | 25    | 4.37   | 9.56    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| R   | 65.5      | 86     | 11 | 87 | 6  |    |                     |       |        |         |    |        |       |        |         |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| S   | 51.0      | 85     | 10 | 85 | 12 | 85 | 12                  | 6     | 31.22  | 78.95   | 85 | 12     | 23    | 12.00  | 29.78   | 91 | 2                | 7     | 0.40  | 0.59   |    |      |       |  |       |  |  |
| T   | 93.5      | 85     | 10 | 85 | 12 | 85 | 11                  | 24    | 92.40  | 370.28  | 85 | 12     | 7     | 115.07 | 497.27  | 90 | 4                | 24    | 41.86 | 129.34 |    |      |       |  |       |  |  |
| U   | 51.3      | 85     | 10 | 86 | 5  |    |                     |       |        |         |    |        |       |        |         |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| V   | 41.0      | 85     | 10 | 86 | 2  | 86 | 1                   | 23    | 14.84  | 42.63   | 85 | 12     | 16    | 2.26   | 3.58    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| W   | 59.2      | 88     | 12 | 89 | 3  | 89 | 2                   | 19    | 98.75  | 196.24  | 89 | 3      | 16    | 65.63  | 133.75  | 91 | 5                | 16    | 23.16 | 66.16  |    |      |       |  |       |  |  |
| X   | 84.0      | 89     | 10 | 90 | 1  | 89 | 12                  | 6     | 7.60   | 9.25    | 89 | 12     | 23    | 1.22   | 1.39    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| Y   | 79.5      | 88     | 11 | 89 | 3  | 89 | 1                   | 7     | 90.00  | 200.05  | 89 | 1      | 27    | 10.20  | 32.40   | 90 | 7                | 16    | 0.20  | 1.09   |    |      |       |  |       |  |  |
| Z   | 71.4      | 87     | 10 | 88 | 2  | 88 | 2                   | 1     | 1.00   | 1.00    |    |        |       |        |         | 90 | 7                | 30    | 0.00  | 0.00   |    |      |       |  |       |  |  |
| AA  | 55.0      | 87     | 10 | 89 | 3  | 89 | 2                   | 8     | 34.55  | 94.96   | 88 | 4      | 7     | 4.62   | 13.76   | 91 | 2                | 5     | 4.23  | 5.40   |    |      |       |  |       |  |  |
| AB  | 56.5      |        |    |    |    | 88 | 4                   | 14    | 37.98  | 417.70  | 88 | 4      | 14    | 37.98  | 417.70  | 90 | 5                | 14    | 3.60  | 15.18  |    |      |       |  |       |  |  |
| AC  | 50.5      | 85     | 11 | 86 | 5  | 86 | 4                   | 20    | 20.98  | 22.71   | 86 | 5      | 1     | 12.12  | 12.34   | 90 | 8                | 30    | 1.11  | 1.11   |    |      |       |  |       |  |  |
| AD  | 29.0      | 86     | 12 | 88 | 5  | 88 | 5                   | 8     | 0.66   | 1.02    |    |        |       |        |         | 90 | 7                | 23    | 0.07  | 0.13   |    |      |       |  |       |  |  |
| AE  | 46.4      | 88     | 10 | 89 | 3  | 89 | 3                   | 13    | 31.64  | 44.76   | 89 | 2      | 24    | 27.76  | 31.70   | 90 | 12               | 3     | 3.40  | 4.44   |    |      |       |  |       |  |  |
| AF  | 63.0      | 89     | 11 | 90 | 4  | 90 | 3                   | 12    | 4.00   | 7.60    |    |        |       |        |         | 90 | 7                | 12    | 0.70  | 0.70   |    |      |       |  |       |  |  |
| AG  | 44.0      | 88     | 11 | 89 | 6  | 89 | 5                   | 17    | 2.01   | 7.98    | 89 | 6      | 8     | 0.78   | 2.36    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AH  | 53.1      | 87     | 11 | 88 | 5  | 88 | 5                   | 8     | 70.70  | 180.80  | 88 | 3      | 15    | 21.32  | 54.62   | 90 | 6                | 26    | 4.36  | 5.78   |    |      |       |  |       |  |  |
| AI  | 56.0      | 87     | 12 | 89 | 6  | 89 | 5                   | 26    | 5.29   | 10.33   |    |        |       |        |         | 90 | 7                | 16    | 13.60 | 13.79  |    |      |       |  |       |  |  |
| AJ  | 41.4      | 87     | 11 | 88 | 6  | 88 | 6                   | 22    | 0.00   | 0.00    | 88 | 6      | 3     | 0.00   | 0.00    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AK  | 69.0      | 87     | 12 | 88 | 7  | 88 | 5                   | 15    |        | 202.62  | 88 | 4      | 25    |        | 100.32  |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AL  | 42.1      | 87     | 10 | 88 | 6  | 88 | 6                   | 2     | 1.38   | 2.38    | 88 | 5      | 7     | 0.96   | 1.50    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AM  | 26.0      | 89     | 4  | 89 | 5  | 89 | 4                   | 26    | 0.11   | 0.11    | 89 | 4      | 17    | 0.22   | 0.22    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AN  | 36.0      | 85     | 11 | 86 | 3  |    |                     |       |        |         |    |        |       |        |         | 90 | 7                |       | 0.00  | 0.00   |    |      |       |  |       |  |  |
| AO  | 31.5      | 86     | 11 | 88 | 3  | 87 | 3                   | 27    | 1.20   | 1.51    | 86 | 5      | 23    | 1.16   | 1.44    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AP  | 34.6      | 87     | 11 | 88 | 3  | 88 | 3                   | 24    | 0.35   | 0.35    |    |        |       |        |         | 90 | 4                | 2     | 0.30  | 0.30   |    |      |       |  |       |  |  |
| AQ  | 53.5      | 89     | 10 | 92 | 3  | 91 | 6                   | 3     | 8.38   | 24.66   |    |        |       |        |         |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |
| AR  | 58.5      | 85     | 11 | 88 | 2  |    |                     |       |        |         |    |        |       |        |         | 91 | 6                | 6     | 0.75  | 1.62   |    |      |       |  |       |  |  |
| AS  | 30.0      | 89     | 12 | 91 | 2  | 90 | 5                   | 12    | 0.43   | 0.43    | 90 | 5      | 18    | 0.41   | 0.44    |    |                  |       |       |        |    |      |       |  |       |  |  |

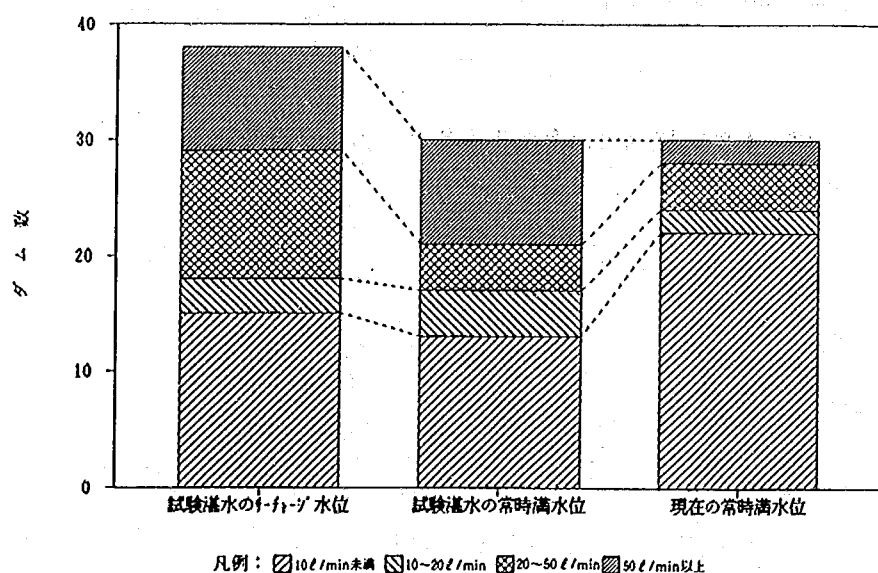


図-4.1 各水位における1孔あたり最大排水量の分布

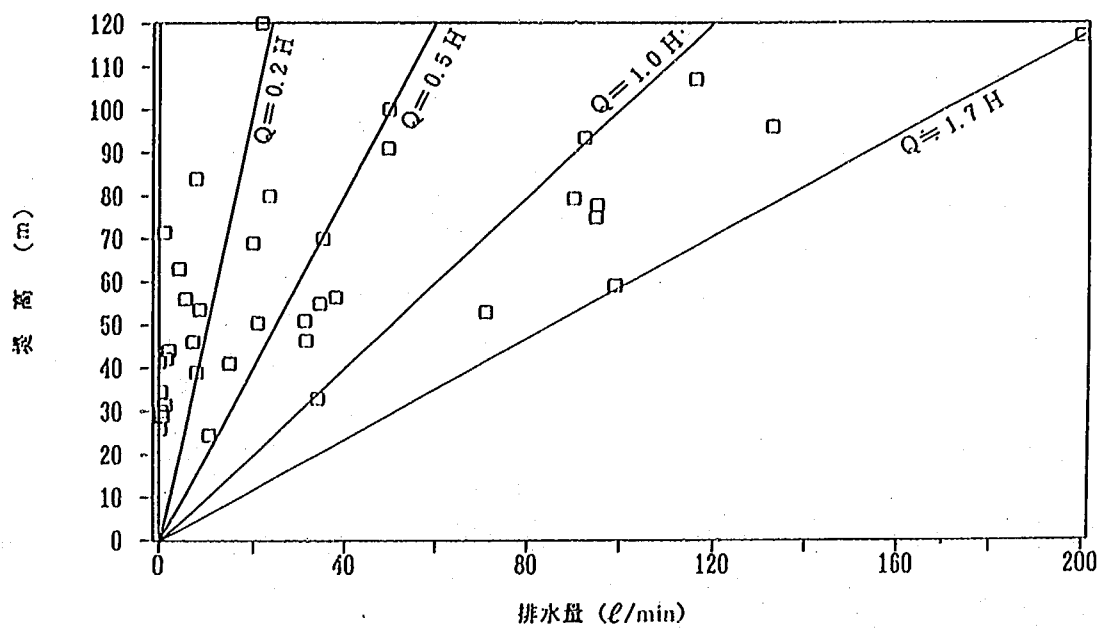


図-4.2 1孔あたり最大排水量と堤高の関係

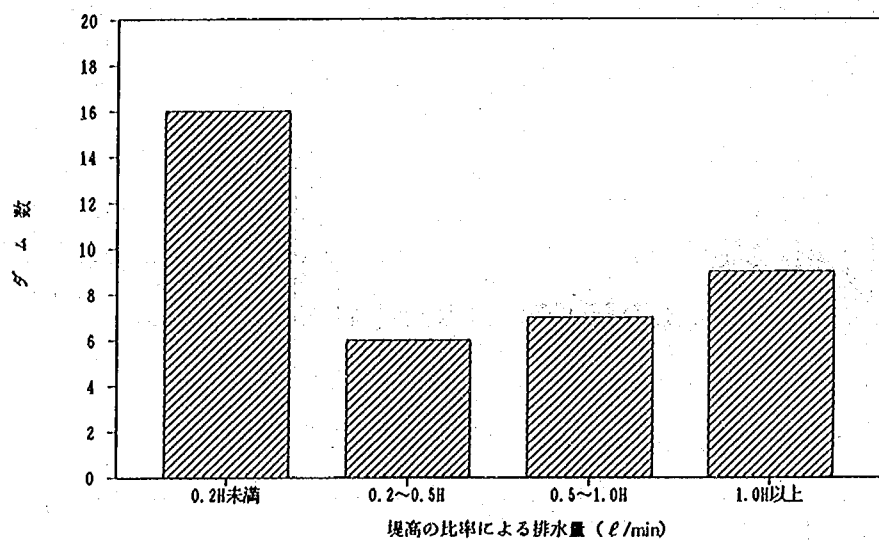


図-4.3 堤高の比率による各ダムの排水量の分布

#### 4.2. 継目排水孔からの排水量と継目止水工の設計との関係

前節4.1において示したように、継目排水孔からの排水量はダムの堤高とある程度の関わりをもっている。このため、継目排水孔からの排水量と設計上の要素との因果関係を調べる場合には、この点を考慮しなければならないといえる。

図-4.4(a), (b)は、前掲の図-4.2において、主止水板の幅が300 mm以下のダム、および主止水板の幅が500 mm以上のダムをそれぞれ■で示したものである。図によれば、主止水板の幅と継目排水孔からの排水量の間に明確な相関性があるとはいいがたい。さらに、この結果をより具体的に評価するため、継目排水孔1孔あたりの排水量が20 ℓ/minを超える20ダム（回答の得られたダム全体のおよそ53%）に対して、主止水板の幅の分布を示したものが図-4.5である。図によれば、サーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている38ダムにおける主止水板の幅の分布と継目排水孔1孔あたりの排水量が20 ℓ/minを超える20ダムにおける主止水板の幅の分布の間には明確な差はなく、主止水板の幅が継目排水孔からの排水量の大きさに影響しているとはいえないことがわかる。図-4.5の結果を主止水板の材質で整理したものを図-4.6に示す。図中の塩ビ、鉄板入ゴムの幅は300 mm～450 mm、ステンレス、銅板の幅は500 mm～860 mmである。図より、サーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている38ダムにおける主止水板の材質の違いと継目排水孔1孔あたりの排水量が20 ℓ/minを超える20ダムにおける主止水板の材質の違いの間には明確な差はなく、主止水板の材質が継目排水孔からの排水量の大きさに影響しているとはいえないことがわかる。

次に、図-4.7は、前掲の図-4.2において、最終止水板と上流面との距離が1.5m未満のダムを■で示したものである。ここで、最終止水板とは継目排水孔の直上流側にある止水板を指し、主止水板と副止水板の後に継目排水孔がある場合には副止水板、主止水板と副止水板の間に継目排水孔がある場合には主止水板が最終止水板となる。図によれば、最終止水板の設置位置と継目排水孔からの排水量の間に明確な相関性があるとはいいがたい。さらに、この結果をより具体的に評価するため、継目排水孔1孔あたりの排水量が20 ℓ/minを超える20ダムについて、上流面から最終止水板までの位置の分布を示したものが図-4.8である。図によれば、サーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている38ダムにおける最終止水板の設置位置の分布と継目排水孔1孔あたりの排水量が20 ℓ/minを超える20ダムにおける最終止水板の設置位置の分布の間には明確な差はなく、最終止水板の設置位置が継目排水孔からの排水量の大きさに影響しているとはいえないことがわかる。

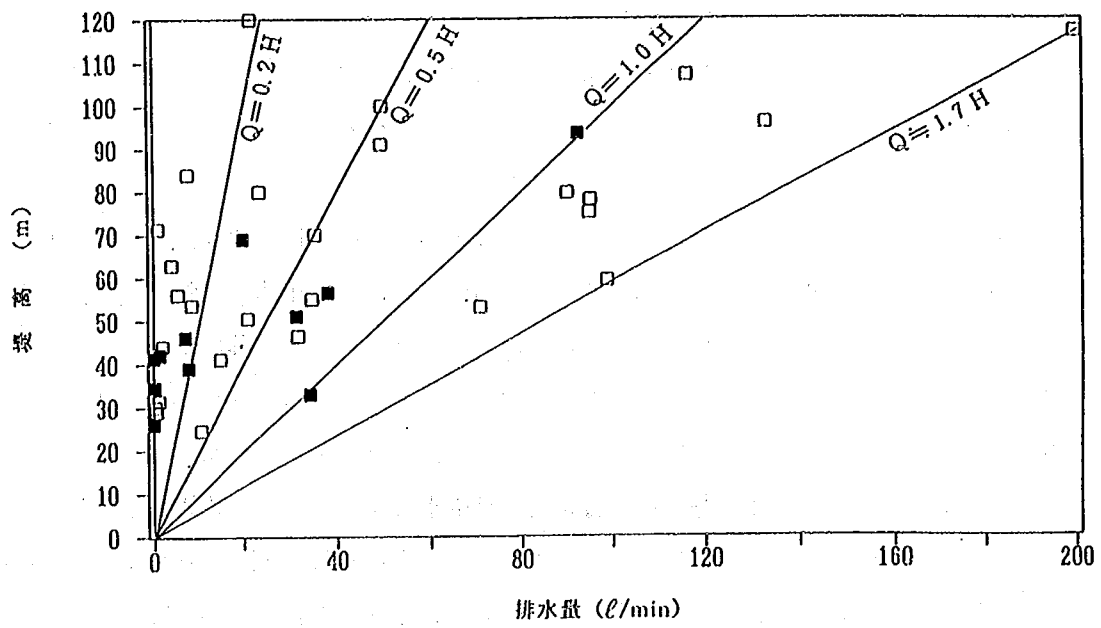


図-4.4 (a) 主止水板の幅が 300mm以下のダムの 1 孔あたり次第排水量と堤高の関係

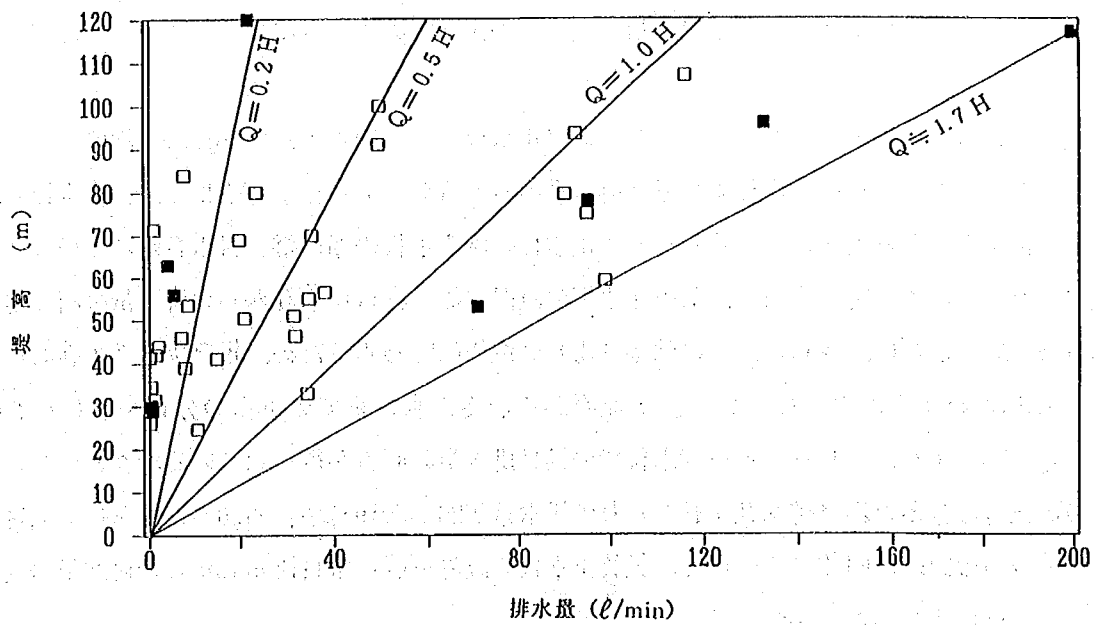


図-4.4 (b) 主止水板の幅が 500mm以下のダムの 1 孔あたり最大排水量と堤高の関係

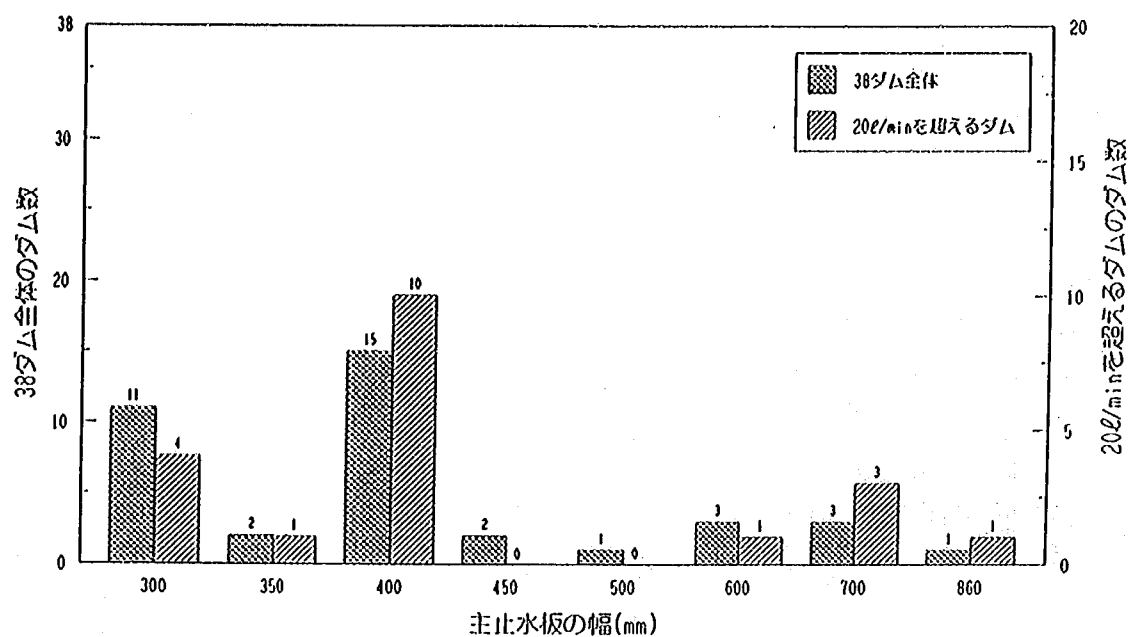


図-4.5 1孔あたり最大排水量が20 l/min を超えるダムの主止水板の幅の分布

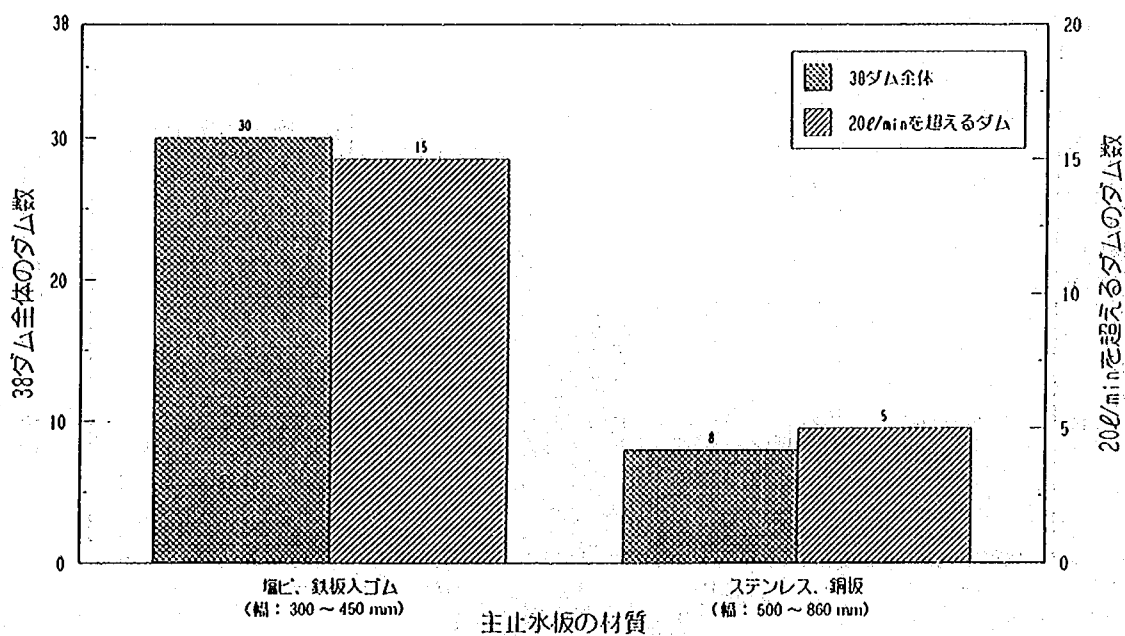


図-4.6 1孔あたり最大排水量が20 l/min を超えるダムの主止水板の材質の分布

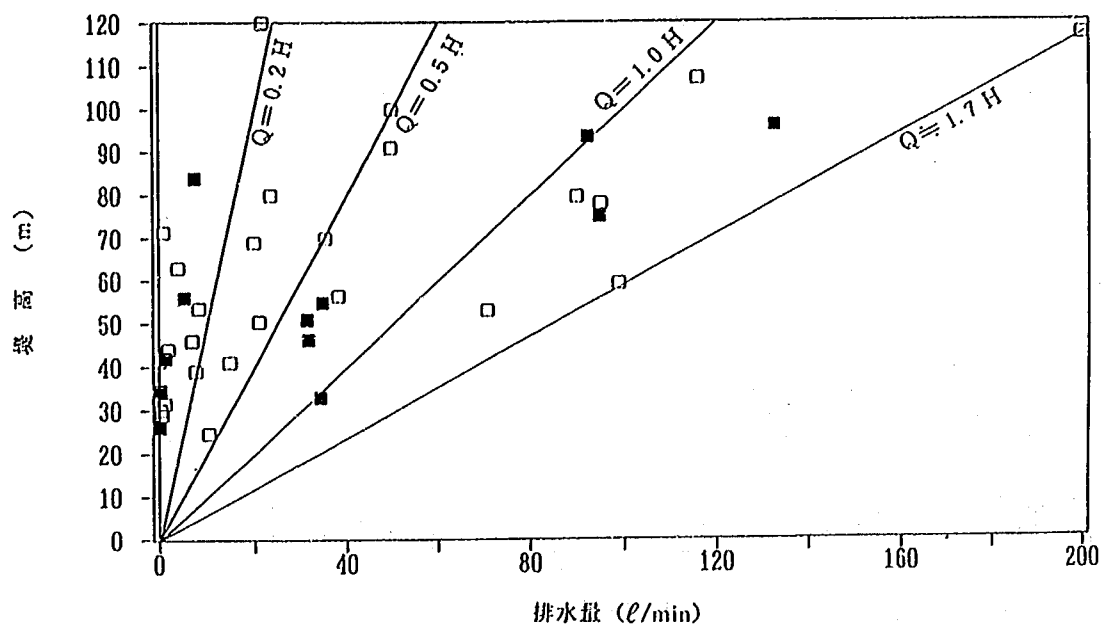


図-4.7 最終止水板の設置位置が上流面から1.5m未満のダム1孔あたり最大排水量と堤高の関係

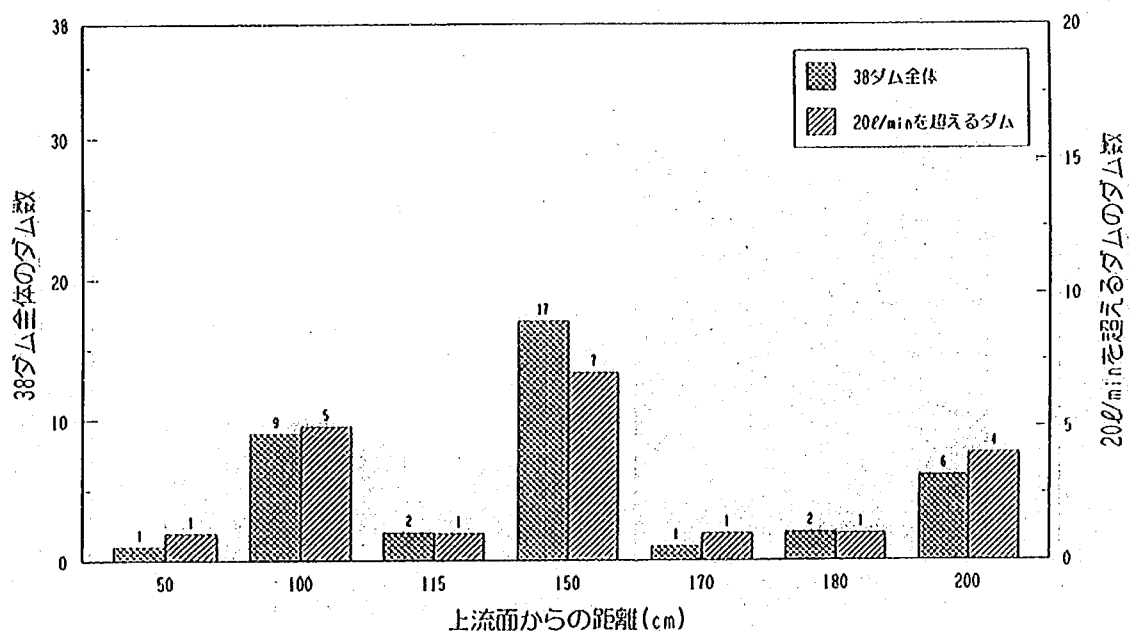


図-4.8 1孔あたり最大排水量が20 $\ell/\text{min}$ を超えるダムの最終主止水板の設置位置の分布

また、図-4.9 は、前掲の図-4.2 において、主、副 2 枚の止水板で止水を行っているダムを■で示したものである。ここで、主、副 2 枚の止水板で止水を行っているダムとは、貯水が継目排水孔へ排水されるまでの浸入経路の中に主、副 2 枚の止水板が存在するダムを指す。したがって、副止水板が継目排水孔よりも下流側に位置するダムは含まれない。図によれば、止水板の枚数と継目排水孔からの排水量の間に明確な相関性があるとはいいがたい。さらに、この結果をより具体的に評価するため、継目排水孔 1 孔あたりの排水量が  $20 \text{ l/min}$  を超える 20 ダムについて、2 枚の止水板で止水しているダムと主止水板のみで止水しているダムの数を比較したものが図-4.10 である。図によれば、サーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている 38 ダムにおける止水板の枚数と継目排水孔 1 孔あたりの排水量が  $20 \text{ l/min}$  を超える 20 ダムにおける止水板の枚数の間に明確な関係は認められず、止水板の枚数が継目排水孔からの排水量の大きさに影響しているとはいえないことがわかる。

次に、特殊な設計を行ったダムにおける継目排水孔からの排水量について見てみる。まず、主止水板と副止水板の間の横継目にジョイントグラウチングを行ったダムは G, H, Y の 3 ダムである。このうち G ダムでは、継目排水孔から多量の排水が観測された場合にジョイントグラウチングを実施しており、その効果は良好であったと回答している。また、Y ダムでは、貯水池の湛水前にジョイントグラウチングを実施しているが、ここでもジョイントグラウチングの効果が現れ、継目排水孔からの排水量は少ない値となっている。ただし、このダムでは天端付近にはジョイントグラウチングを実施していないため、貯水池がその位置よりも高くなると、継目排水孔からの排水量が増加している。一方、H ダムでは、貯水池の湛水前にジョイントグラウチングを実施しているが、試験湛水中に継目排水孔から多量の排水が観測され、ジョイントグラウチングの効果は現れていない。なお、これらのダムにおけるジョイントグラウチングの詳細については、5.2 節において改めて述べるものとする。

次に、特殊な止水板の設計を行ったダムは A, AD, AL, AM の 4 ダムである。このうち、A ダムでは、前掲の図-2.1 に示したように、主止水板と副止水板の間にブチルゴム系の止水材を設置しており、継目排水孔からの排水量はわずかなものとなっている。ただし、これがブチルゴム系の止水材の効果によるものかどうかは必ずしも明らかではない。また、AL, AM ダムでは主止水板に鉄板入りゴム（スパンシール）を使用しており、また AD ダムでは副止水板に水膨張性の止水材を使用しており、これらのダムにおける継目排水孔からの排水量はわずかなものとなっている。ただし、これらのダムはいずれも規模の小さなダムで、また後述する長期放置リフトの影響（4.3. 節参照）もないため、継目排水孔から多量の排水量が観測される可能性が小さく、継目排水孔からの排水量が小さいのは止水板や止水材の効果かどうかは必ずしも明らかではない。

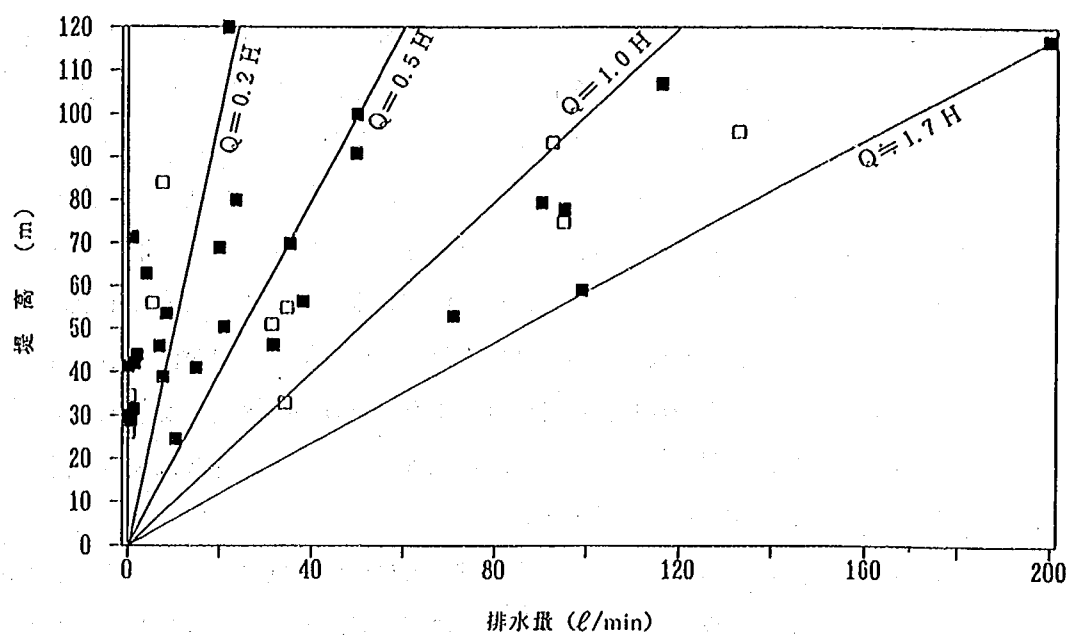


図-4.9 主、副2枚の止水板で止水を行っているダムの1孔あたり最大排水量と堤高の関係

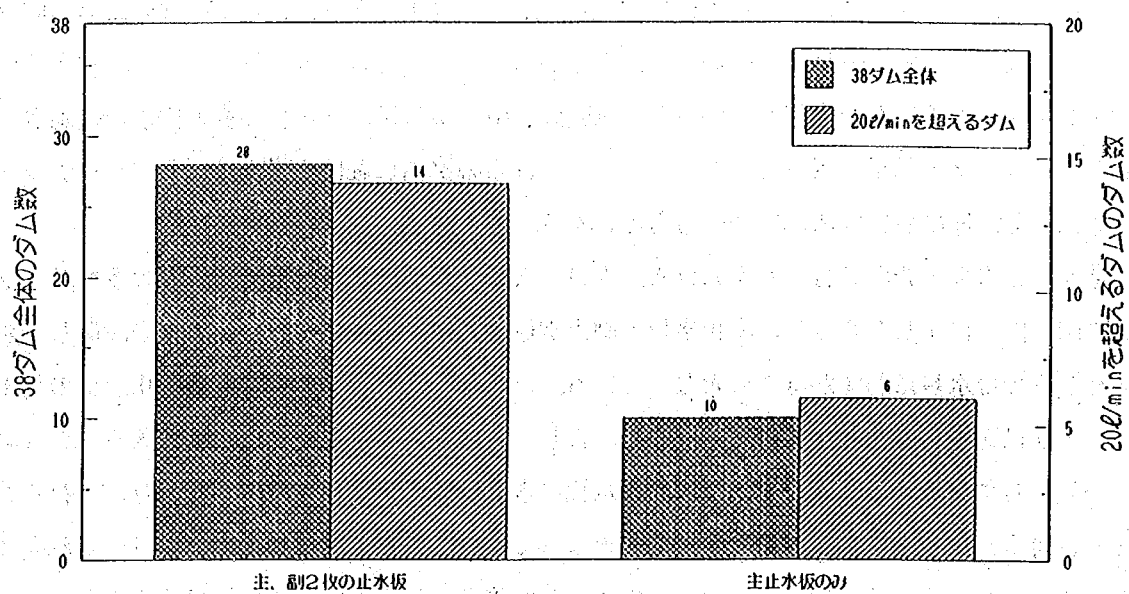


図-4.10 1孔あたり最大排水量が $20 \text{ l/min}$ を超えるダムの止水板の枚数の違いによる分布

#### 4.3. 継目排水孔からの排水量と継目止水工周辺のコンクリートの設計、施工との関係

図-4.11は、前掲の図-4.2において、外部コンクリートの厚さが2.5m以下のダムを■で示したものである。図によれば、外部コンクリートの厚さが2.5m以下のダムの継目排水孔からの排水量は、0.2 H以下の部分に数多く分布しており、対象となる13ダム中9ダムとその割合は約69%となっている。さらに、この結果をより詳細に評価するため、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超える20ダムについて、外部コンクリートの厚さの分布を示したものが図-4.12である。図によれば、外部コンクリートの厚さが3.0mでサーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている25ダムにおいて、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超えるダムは17ダムと68%を占めているのに対し、外部コンクリートの厚さが2.5m以下でサーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている13ダムにおいて、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超えるダムは3ダムと約23%の割合になっている。外部コンクリートの厚さが継目排水量の大きさにある程度関係しているのは、外部コンクリートが厚くなるとセメントの水和熱に起因するコンクリートの温度上昇が大きくなり、これが水平打継目沿いのクラックの発生に関係してくるためと考えられる。しかしながら、外部コンクリートの厚さが2.5m以下でも、2ダムでは1.0 H以上の大きな継目排水量を示している。したがって、外部コンクリートの厚さが薄ければ継目排水孔からの排水量の大きさが少なくなるとはいえきれず、この点についてはさらに詳細な検討が必要であるといえる。

また、図-4.13は、前掲の図-4.2において、水平打継目の養生方法として湛水養生を行ったダムを■で示したものである。図によれば、養生の方法と継目排水孔からの排水量の間には明確な相関性があるとはいえない。さらに、この結果をより具体的に評価するため、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超える20ダムについて、その養生方法を示したものが図-4.14である。図によれば、サーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている38ダムにおける養生方法と継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超える20ダムにおける養生方法の間には明確な差はなく、水平打継目の養生方法が継目排水孔からの排水量の大きさに影響しているとはいえないことがわかる。

次に、図-4.15は、前掲の図-4.2において、越冬面など長期放置リフトが生じたダムを■で示したものである。図によれば、長期放置リフトが生じたダムで継目排水孔からの排水量が大きくなっている傾向が若干ではあるが認められる。さらに、この結果をより詳細に評価するため、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超える20ダムに対して、長期放置リフトの有無を示したものが図-4.16である。図によれば、長期放置リフトが生じたダムでサーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている19ダムにおいて、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超えるダムは13ダムと約68%を占めているのに対し、長期放置リフトが無いダムでサーチャージ水位での継目排水量の回答が得られている19ダムにおいて、継目排水孔1孔あたりの排水量が20ℓ/minを超えるダムは7ダムと約37%の割合になっている。したがって、長期放置リフトの存在が継目排水孔からの排水量に影響していることがわかる。

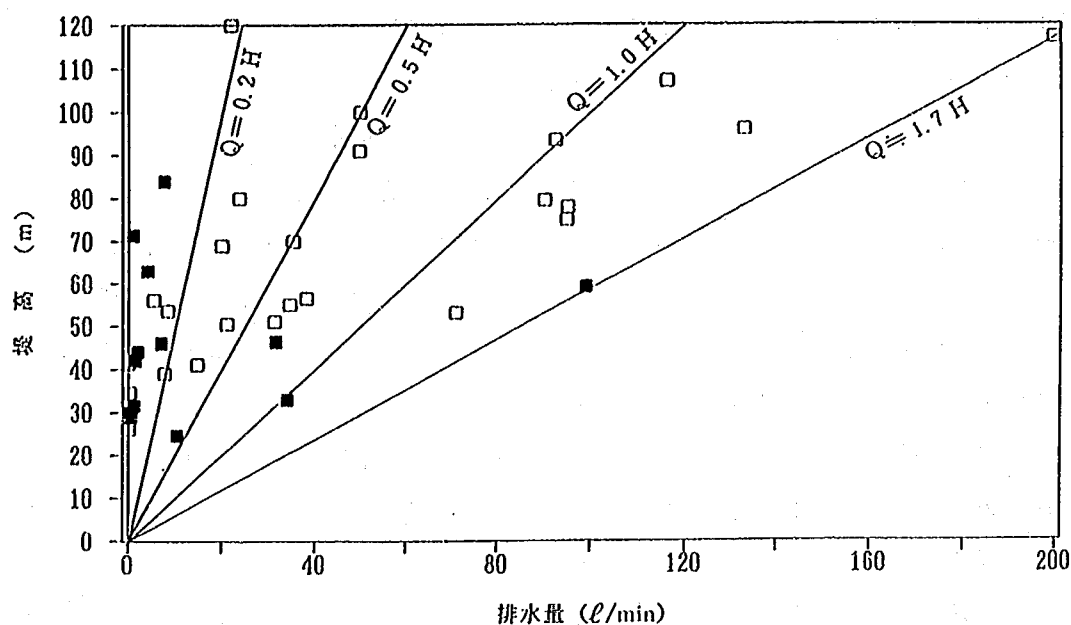


図-4.11 外部コンクリートの厚さが2.5m以下のダムの1孔あたり最大排水量と堤高の関係

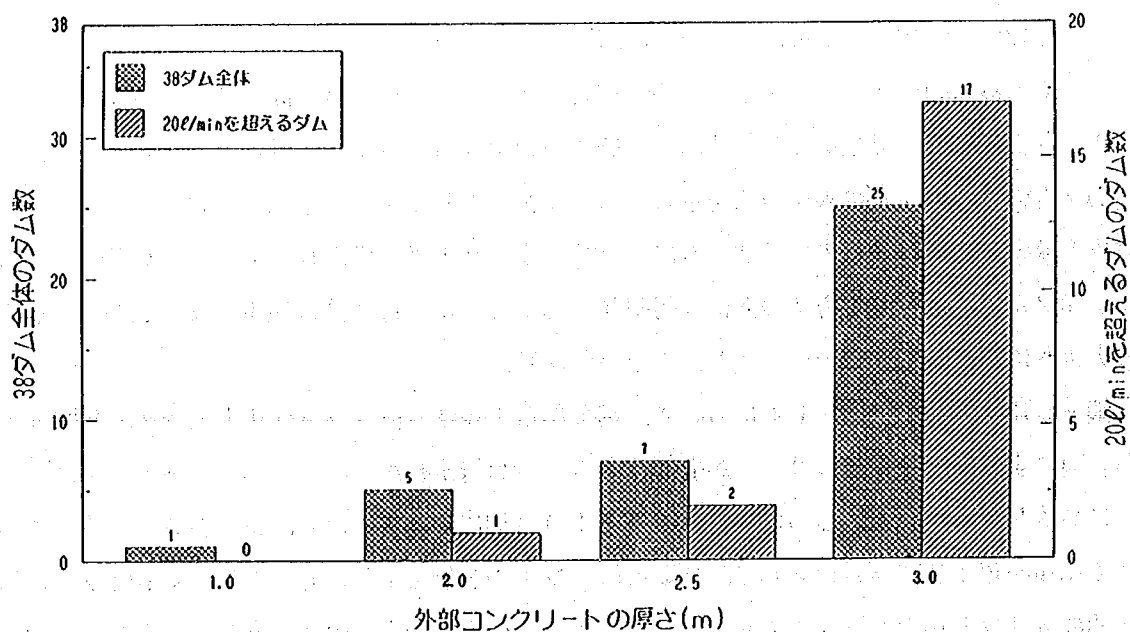


図-4.12 1孔あたり最大排水量が20 $\ell/\text{min}$ を超えるダムの外部コンクリートの分布

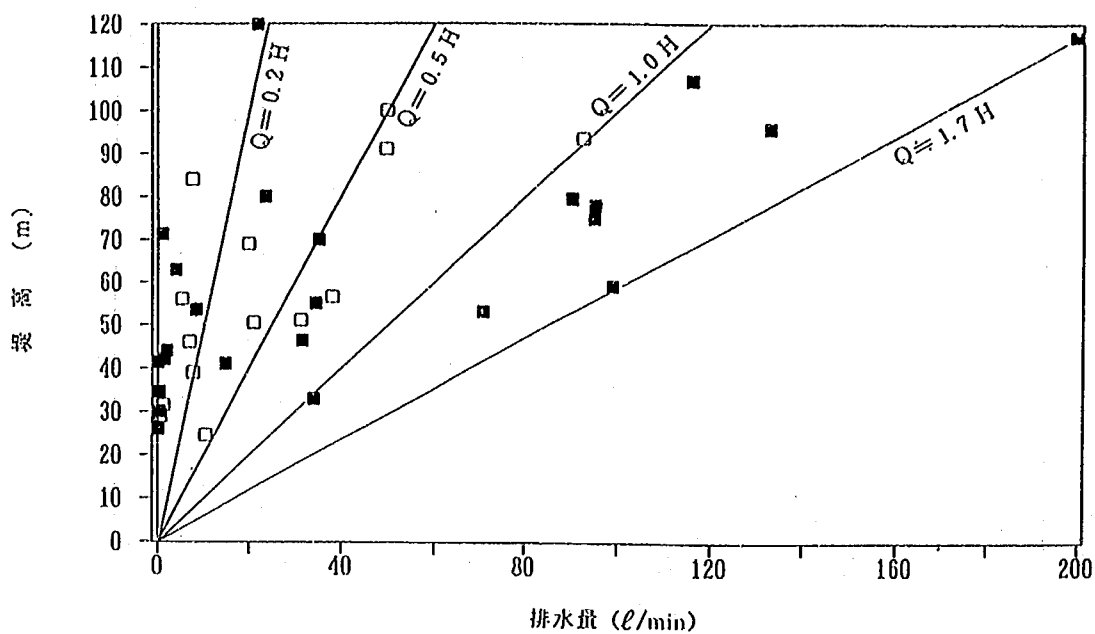


図-4.13 水平打継目において湛水養生を行ったダムの1孔あたり最大排水量と堤高の関係

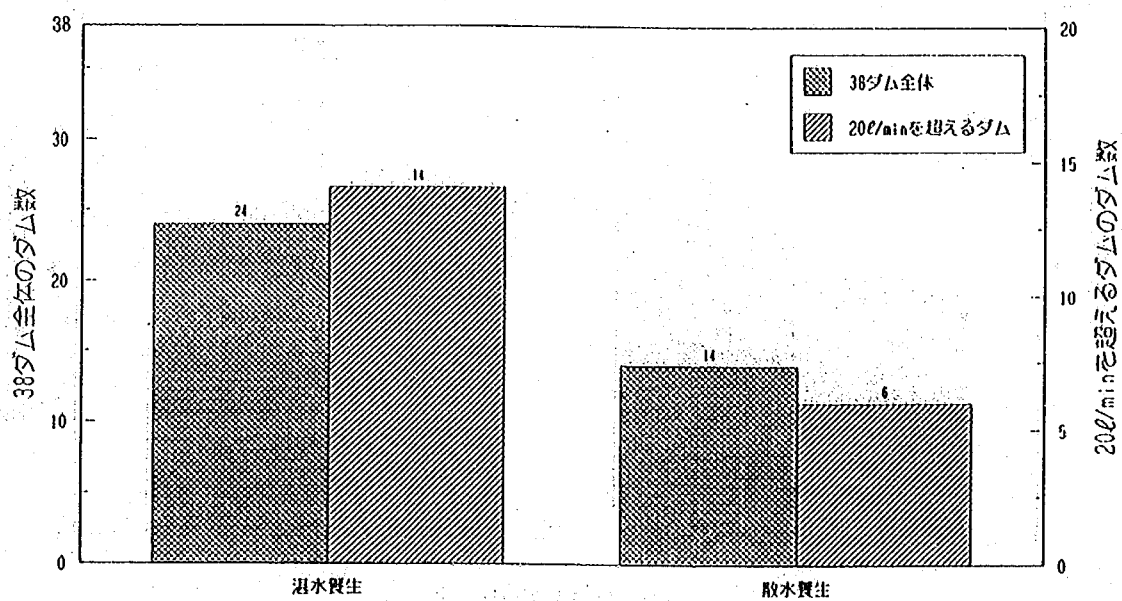


図-4.14 1孔あたり最大排水量が $20 \ell/\text{min}$ を超えるダムの養生方法の違いによる分布

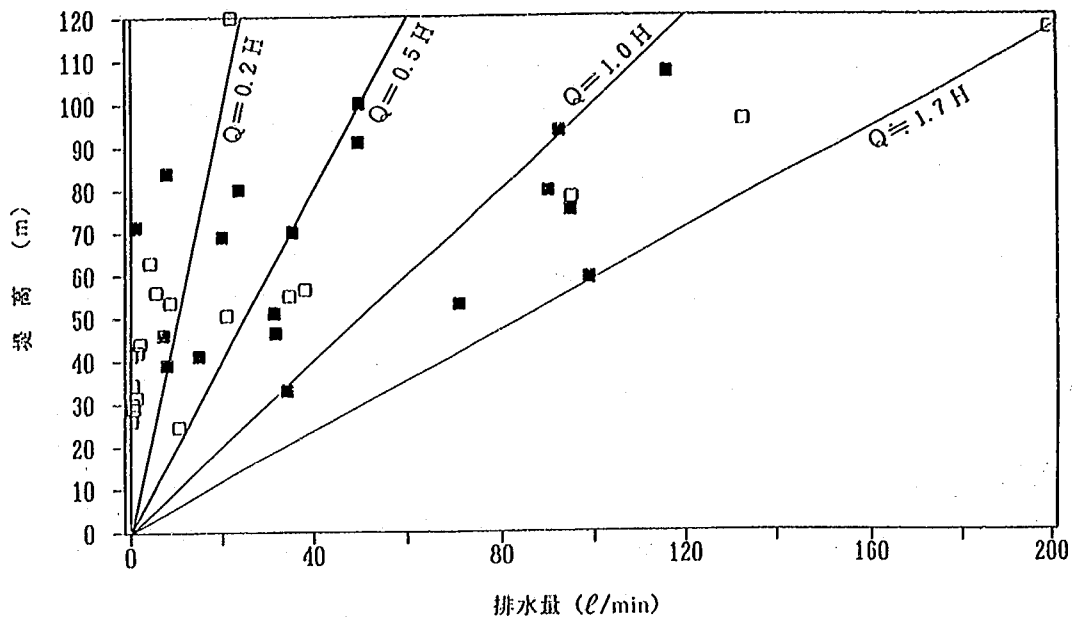


図-4.15 長期放置リフトが生じたダムの1孔あたり最大排水量と堤高の関係

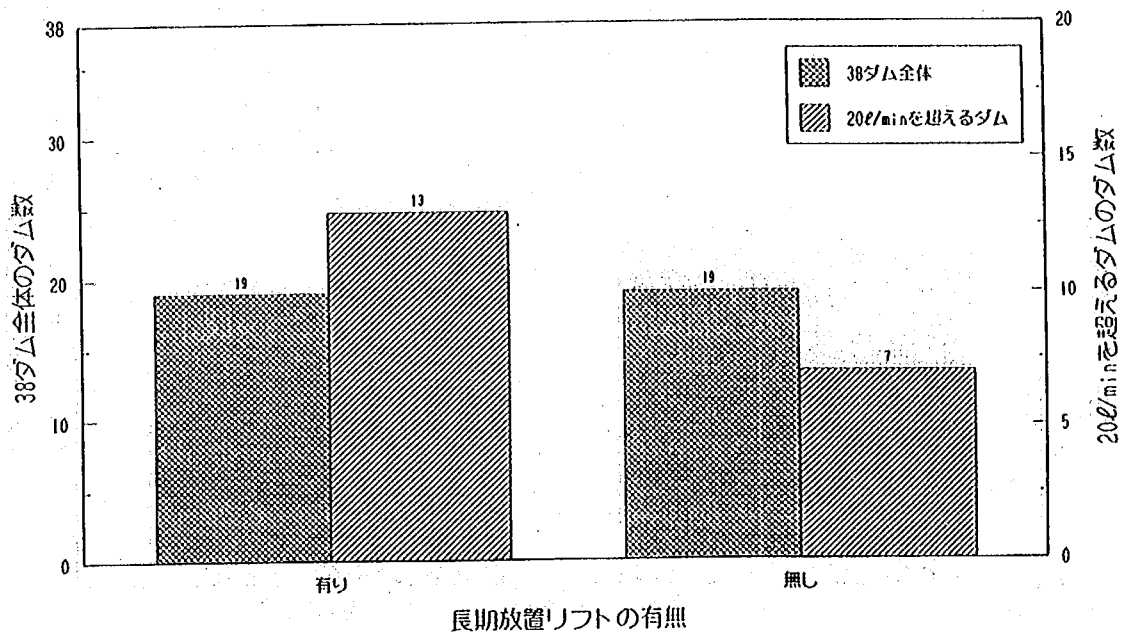


図-4.16 1孔あたり最大排水量が20 ℓ/minを超えるダムの長期放置リフトの有無の分布

次に、図-4.17は、長期放置リフトが生じた23ダムに対して、長期放置したリフトにおける水平止水板の有無と継目排水孔からの排水量の関係を調べたものである。図によれば、水平止水板の有無と継目排水孔からの排水量の間には明確な関係が認められず、水平止水板の設置が継目排水孔からの排水量の軽減に必ずしも寄与していないことがわかる。

また、図-4.18は、長期放置リフトが生じた23ダムに対して、長期放置したリフトの打設前処理と継目排水孔からの排水量の関係を調べたものである。図によれば、長期放置リフト表面に対する打設前処理の方法の違いと継目排水孔からの排水量の間には明確な関係が認められず、長期放置リフト表面の処理方法が継目排水孔からの排水量の軽減にとって必ずしも寄与していないことがわかる。

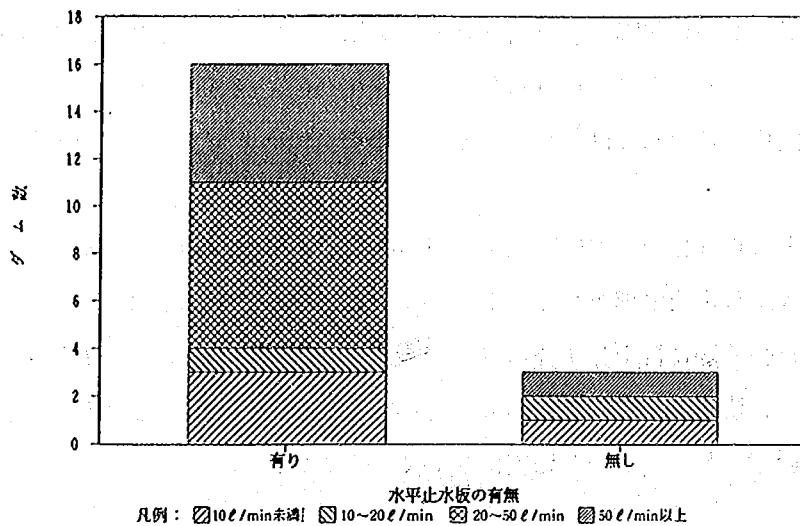


図-4.17 長期放置リフトにおける水平止水板の有無と継目排水量の関係

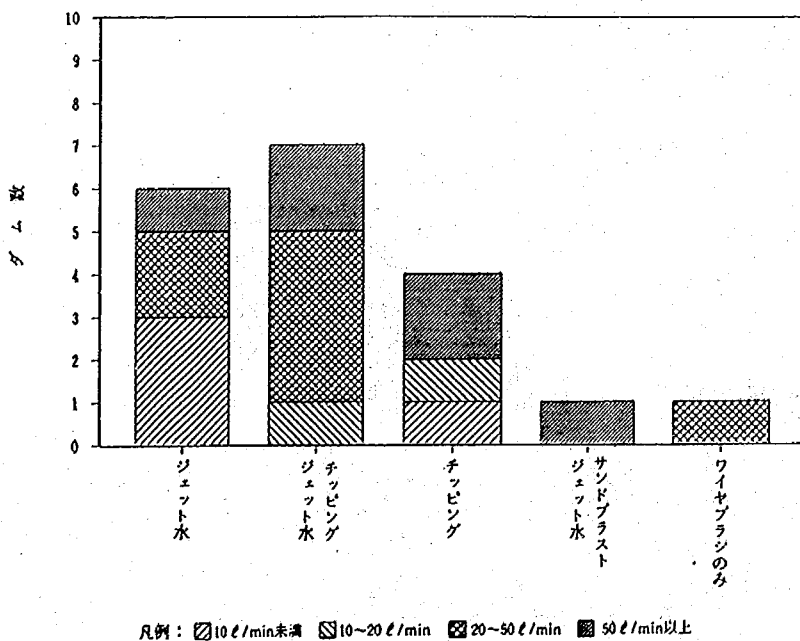


図-4.18 長期放置リフト面の打設前処理方法と継目排水量の関係

#### 4.4. 考察

以上の結果によれば、継目排水孔からの排水量は、止水板の位置、止水板の幅、止水板と継目排水孔の配置といった継目止水工の設計方法、水平打継目の養生方法などといった継目止水工周辺のコンクリートの施工方法との関連性が比較的少ないことが明らかになった。そこで、継目排水孔からの排水量の大小は、継目止水工の設計、施工の方法の差によるものではなく、むしろその施工自体の良否によるものと考えることができる。つまり、継目排水孔からの排水量を抑えるには、継目止水工の施工をいかに確実に行うかが大切であるといえる。

また、今回の分析では、外部コンクリートの厚さと長期放置リフトの存在が継目排水孔からの排水量の大小に関連していることがわかった。このうち、外部コンクリートの厚さについては、前にも述べたが、その厚さが厚くなるとセメントに起因するコンクリートの温度上昇が大きくなり、これが水平打継目沿いのクラックの発生に関係してくると思われるが、この点についてはさらに詳細な検討が必要である。クラックの発生を未然に防止するためには、コンクリートの養生について十分な注意を払う必要があるといえる。

一方、長期放置リフトの存在については、水平打継目がコンクリートの施工上の弱点となり、その付着性を確保するためには入念な継目処理が必要であるが、特に打設後長期間放置したコンクリートに新しいコンクリートを確実に打継ぐ際には十分すぎるほどの入念さが要求されている。長期放置リフトが存在するダムに継目排水孔からの排水量が多いダムが多いという事実は、継目止水工の施工の良否が継目排水孔からの排水量に大きな影響を与えることを如実に表しているといえる。

## 5. 継目排水孔からの排水量の軽減対策

### 5.1. 継目排水孔に流入する貯水の流入経路についての調査

多量の継目排水が観測されたため、継目排水孔に流入する貯水の流入経路の調査を行ったダムについて整理した結果を表-5.1 に示す。表によれば、継目排水孔に流入する貯水の流入経路の調査を実施したダムは45ダム中11ダムあり、図-5.1 にその調査方法の分類を示す。図によれば、トレーサーによる調査が9ダムと最も多く行われているが、水中テレビカメラによる観察、潜水夫による観察、目視による観察を合わせると12ダムとなり、直接的に流入経路を調査しているダムもかなりの数に達している。

表-5.1 継目排水の流入箇所の調査方法および排水量の軽減対策方法

| ダム名 | 堤高<br>(m) | 貯水の流入箇所の調査方法 |            |              |             | 排水量の軽減対策     |             |      |      |       |
|-----|-----------|--------------|------------|--------------|-------------|--------------|-------------|------|------|-------|
|     |           | トレーサー<br>の種類 | 潜水夫<br>の観察 | 水中テレビ<br>カメラ | 目視による<br>観察 | 対策工の<br>実施時期 | 排水量の軽減対策の方法 |      |      |       |
|     |           |              |            |              |             |              | 砂           | モルタル | 樹脂注入 | コーキング |
| A   | 117.5     |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| B   | 91.0      | 石灰水          |            | ○            |             | 試験湛水中        | ○           |      |      |       |
| C   | 100.0     | 着色液          | ○          | ○            |             | 試験湛水中        | ○           |      | 水中施工 | 水中施工  |
| D   | 75.0      | 着色液          |            | ○            |             | 試験湛水中        |             |      | 水位低下 |       |
| E   | 107.0     |              |            | ○            | コソトウ、ホート    | 試験湛水後        |             |      | 水位低下 | ダム天端  |
| F   | 78.0      | 着色液          | ○          |              |             | 試験湛水後        |             |      | 水位低下 | 水位低下  |
| G   | 120.0     |              |            |              |             | 試験湛水中        |             |      |      | 予め配管  |
| H   | 96.0      | 着色液          | ○          |              | コソトウ        | 試験湛水前        |             |      |      | 予め配管  |
|     |           |              |            |              |             | 試験湛水中        |             |      | 水位低下 |       |
| I   | 117.0     |              |            |              | コソトウ        | 試験湛水中        |             |      | 水位低下 | 水位低下  |
| J   | 42.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| K   | 39.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| L   | 80.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| M   | 46.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| N   | 69.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| O   | 33.0      |              |            |              |             | 試験湛水中        | ○           | ○    |      |       |
| P   | 70.0      | 食塩水          |            |              |             | 試験湛水中        |             | ○    |      |       |
| Q   | 24.5      | 着色液          | ○          |              |             | 試験湛水中        | ○           |      |      |       |
| R   | 65.5      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| S   | 51.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| T   | 93.5      | 着色液          |            |              |             | 試験湛水後        |             |      | 水位低下 | 水位低下  |
| U   | 51.3      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| V   | 41.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| W   | 59.2      | 着色液          |            |              | 直接フチツク      | 試験湛水後        | ○           |      |      | キョリリ  |
| X   | 84.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| Y   | 79.5      |              |            |              |             | 試験湛水前        |             |      |      | 予め配管  |
| Z   | 71.4      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AA  | 55.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AB  | 56.5      |              |            |              |             | 試験湛水中        |             |      | 水中施工 |       |
| AC  | 50.5      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AD  | 29.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AE  | 46.4      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AF  | 63.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AG  | 44.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AH  | 53.1      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AI  | 56.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AJ  | 41.4      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AK  | 69.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AL  | 42.1      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AM  | 26.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AN  | 36.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AO  | 31.5      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AP  | 34.6      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AQ  | 53.5      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AR  | 58.5      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |
| AS  | 30.0      |              |            |              |             |              |             |      |      |       |

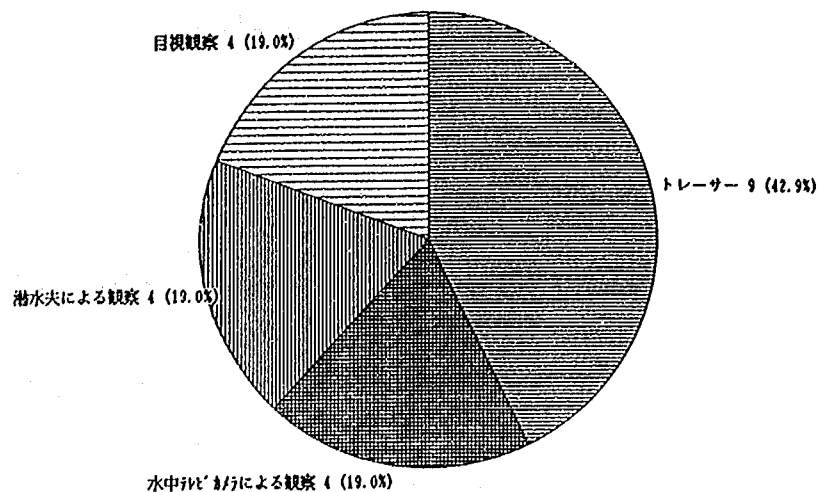


図-5.1 貯水の流入経路の調査方法の分類

次に、各調査方法について述べると、トレーサーによる調査では、トレーサーとして着色液を使用しているダムが7ダム、食塩水と石灰水を使用しているダムがそれぞれ1ダムある。次に、目視観察については、貯水位を低下させて天端からゴンドラを降して観察を行ったダムが2ダム、ゴンドラとボートを使用して観察したダムが1ダム、貯水位を低下させた後フーチング部から直接観察したダムが1ダムとなっている。

なお、調査結果についてとりまとめると、トレーサーを用いて排水の流入経路を特定できたダムは少なく、直接堤体上流面を観察しなければクラック等の位置を明確に特定できない場合が多いようである。

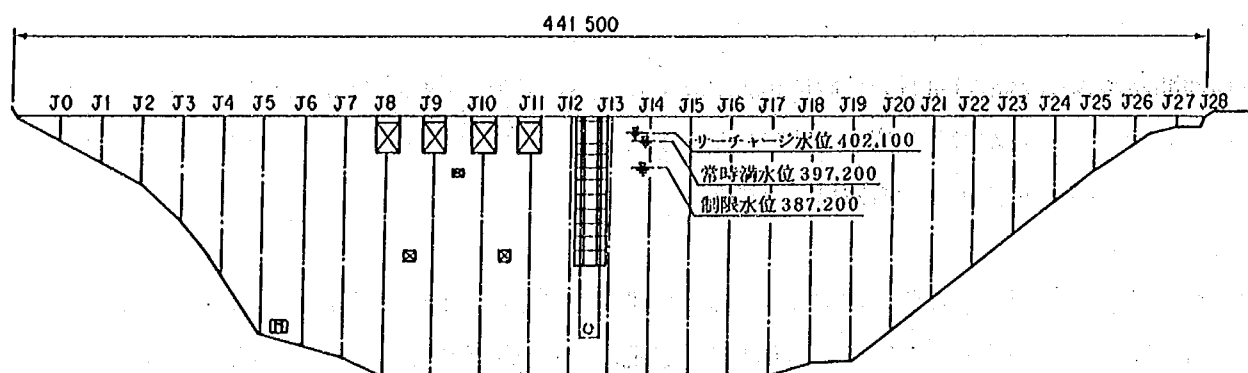
以下、具体的な調査方法の事例を紹介する。

#### (事例-1)

Bダムでは、堤体上流面の横継目に沿って貯水池内にホースを挿入し、5.0m程度の間隔をおいて、下から上へ順次石灰水を投入し、継目排水孔から出てくる排水のpHを測定した。しかし、流入箇所の特定はできなかった。

(事例－２)

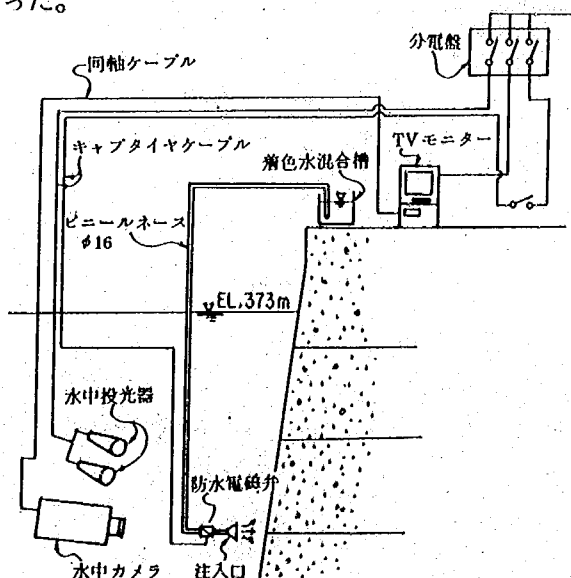
Cダムでは、試験湛水の水位上昇時に、左岸アバットの比較的高い標高にある横継目J－2（図－5.2参照）で、かなり多量の排水量が観測された。このため、堤体上流面から横継目J－2に沿って貯水池内にホースを用いて着色液（食紅）を投下し、継目排水孔から出てくる排水の色を測定したが、貯水の流入位置の特定はできなかった。しかし、後に、この横継目に沿って上流フーチング部にクラックが発生していることが確認されたため、この部分から貯水が流入していると判断した。



図－5.2 Cダム上流面図

(事例－３)

Dダムでは、図－5.3に示すような装置を用いて、水中テレビカメラにより貯水の流入箇所の調査を行った。まず、水中テレビカメラにより横継目の開きの状態を観察し、次に着色液を横継目に向かって噴射して着色液の流れの方向や横継目への吸引の有無を観測した。また、監査廊内の継目排水孔より排出される着色液の状況の観察を行った。その結果、継目が3～5mmほど開き、また、ゴミが多く付着している箇所では、着色液の吸引があり、貯水の流入経路であることが確認できた。なお、継目の開きが大きくてもゴミが付着していない箇所では、着色液の吸引は観察されず、継目の開きと貯水の流入経路とは必ずしも対応していないことが明かになった。



図－5.3 Dダムにおける貯水の流入経路の調査方法

(事例－４)

Eダムでは、まず水中テレビカメラにより貯水の流入箇所の調査を行い、また、その結果を踏まえ、貯水位を低下させる際に水位が2.0m下がる毎にボートによる目視調査を実施した。さらに、継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工を行う際には、貯水位を低下させた後、20tトラッククレーンを用いて、ダム天端よりゴンドラ(3.0×2.0×1.0m)を吊り下げ、横継目の開閉状況、水平クラックの有無を再度調査した。

(事例－５)

Fダムでは、ダム天端に用意したポリ容器(100ℓ)に着色液を入れ、ビニールホースを横継目に沿って打設間隔の開いた水平打継目の位置に順次セットし、ホース中に着色液を流し込み、監査廊内の継目排水孔から流出している水の色の変化を観察した。また、これと併せて潜水夫による観察も行ったが、いずれの方法でも貯水の流入箇所の特定はできなかった。

(事例－６)

Hダムでは、試験湛水時に継目排水孔から多量の排水が見られた他に、下流面から水の浸み出しが確認されたため、ダム天端よりゴンドラを吊り下げ、目視により上下流面のクラックの調査を実施した。しかし、大きなクラックが発見された箇所と継目排水量の大きい横継目とが一致しない場合が多く、貯水の流入箇所は明確に特定されなかった。またトレーサー、潜水夫により貯水の流入位置の調査を実施しているが、これによっても貯水の流入箇所の特定はできなかった。

(事例－７)

Iダムでは、貯水位を下げた後、ゴンドラにより堤体上流面の貯水の流入箇所の目視観察を行った。その結果、泥等が付着した貯水の吸い込みの痕跡が確認される箇所があった。

(事例－８)

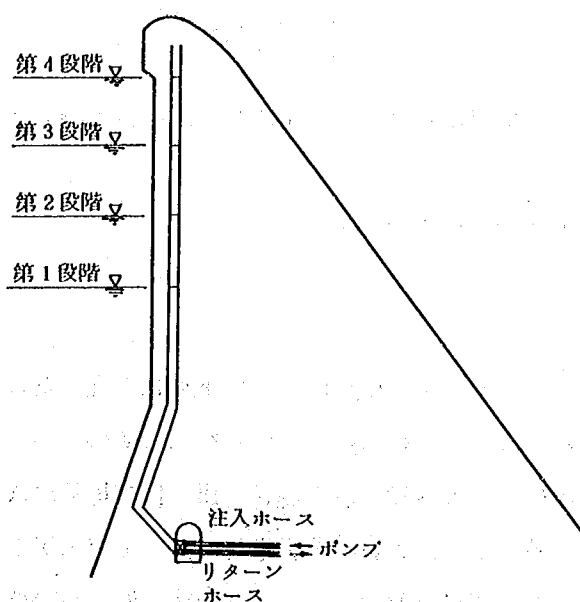
Pダムでは、試験湛水の水位上昇時に多量の排水量が観測された横継目の上流面貯水池に、ホースを用いて食塩水を投入し、監査廊内で排水の変化を観察した。その結果、貯水の流入箇所を特定することができた。

#### (事例－9)

Qダムでは、試験湛水の水位上昇時に多量の排水量が観測された横継目の上流面貯水池に、潜水夫により着色液を投入し、監査廊内で排水の色の变化を観察した。その結果、貯水の浸入箇所の標高を特定することができた。

#### (事例－10)

Tダムでは、貯水位が制限水位まで低下した時点で、図－5.4 に示すように監査廊内の継目排水孔の排水口から段階的に圧力を上げながら着色液を注入し、着色液が上流面に浸出してくる箇所を目視により観察した。その結果、貯水の流入位置の標高が明確にできた箇所があった。



図－5.4 Tダムにおける貯水の流入経路の調査方法

#### (事例－11)

Wダムでは、排水量の多かった横継目の上流面貯水池内に、ホースを用いて各水平打継目をねらって芳香剤を下から上へ順次投入し、継目排水孔の監査廊への引き出し口で排水の匂いを観測した。その結果、上流フーチング部分に芳香剤を投入した際に、監査廊内で匂いが確認された。また、同じく上流フーチング部分に砂を投入したところ、一時的に排水量が減少したことから、着岩部付近に排水の流入経路があると判断した。

### 5.2. 継目排水孔からの排水量の軽減のための対策工

継目排水孔からの排水量を軽減するための対策方法について整理した結果を表－5.1 に示す。表によれば、継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工を実施したダムは15ダムあり、図－5.5 に実施した対策工の分類を示す。なお、樹脂注入を行ったダムは6ダムあるが、このうち5ダムが貯水位を下げて、残りの1ダムが水中で対策工の施工を行っている。また、コーキングを行ったダムは6ダムあるが、このうち4ダムが貯水位を下げて、残りの2ダムが水中で対策工の施工を行っている。

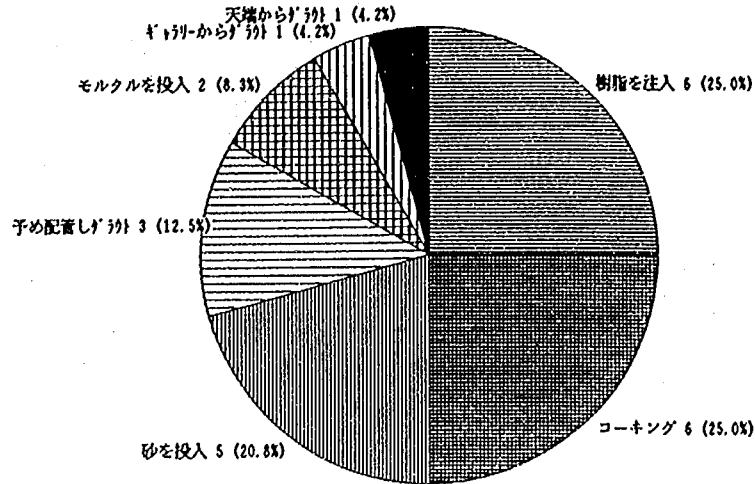


図-5.5 継目排水量を軽減するための対策工の分類

以下、具体的な対策工の施工方法の事例を紹介する。

#### (事例-1)

Bダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位において継目排水孔1孔あたり最大で約50ℓ/min、全体で約361ℓ/minの排水が観測された。図-5.6に横継目の位置を示しているが、このうち、継目排水孔から20ℓ/min以上の排水が発生したのはJ-8~13、およびJ-15~18の堤体のほぼ中央に位置する合計10個の横継目である。排水量の軽減対策として、これらの横継目に沿ってダム天端から貯水池に砂を投入したが、図-5.7に示すように極だった効果は現れなかった。その後、貯水位の低下に伴って排水される水の量は一旦少なくなったが、排水量の軽減対策を実施した翌年3月に再び1孔あたり40~80ℓ/minの排水が観測されたため、再度砂を投入した。その後の排水量は、多少減少傾向を示しているが、これは砂の投入の効果よりも自然の目詰まりによる影響と考えられる。

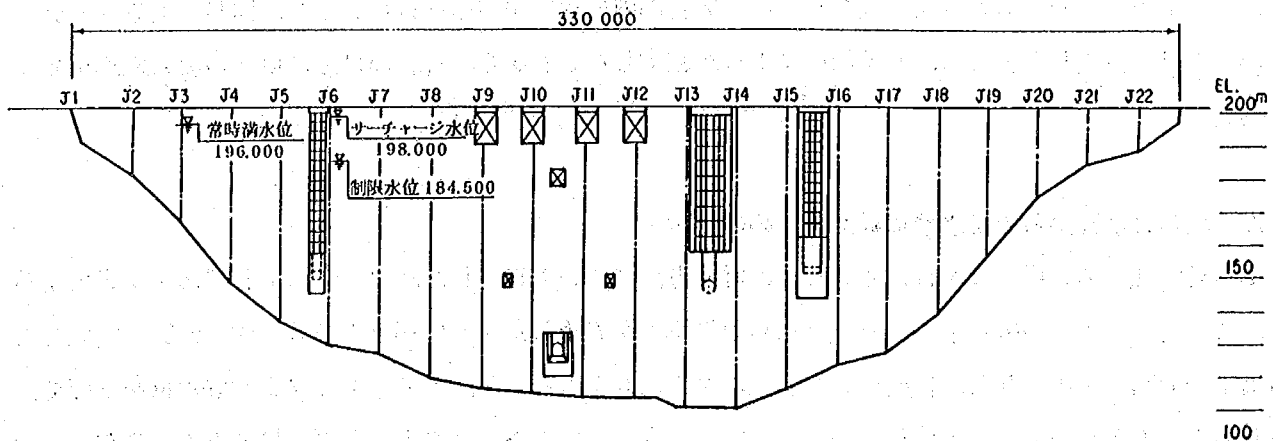


図-5.6 Bダム上流面図

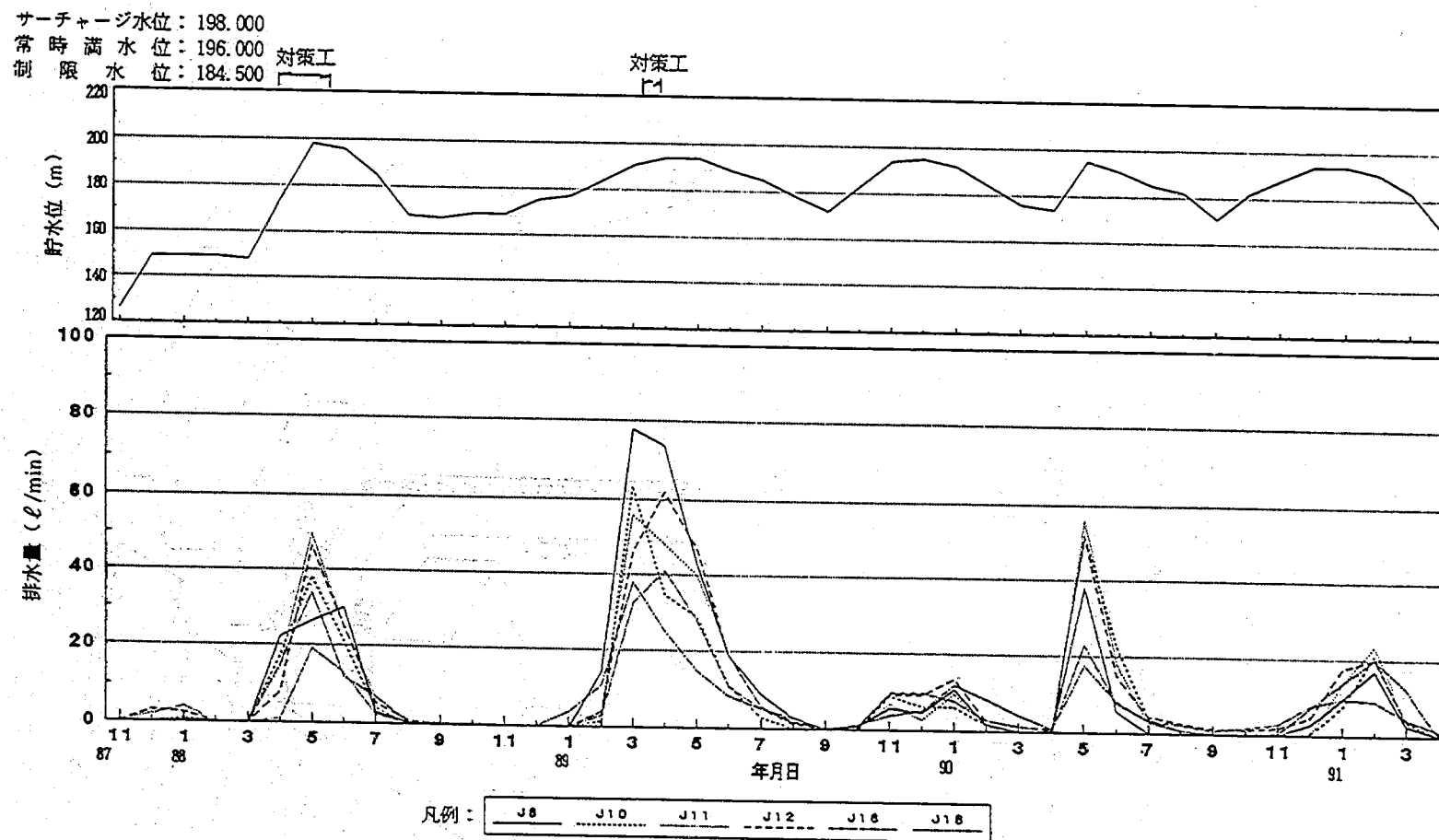


図-5.7 Bダムの継目排水量の経時変化

(事例-2)

Cダムでは、試験湛水の水位上昇時に、左岸アバットの比較的高い標高にある横継目J-2（前掲の図-5.2 参照）で、継目排水孔より50ℓ/minを超える排水が観測された。排水の流入箇所の調査から、横継目に沿ってフーチング部に発生したクラックから貯水が流れ込んでいることが判明した。このため、対策工として図-5.8 に示すように、水中施工でフーチング部のクラックに対してコーキングを行い、また、横継目に沿って塩ビの半割管を設置して、その中をセメントミルクで充填した。なお、フーチング部については、コーキングを施した箇所を部分的にカットし、そこからおがくずを吸い込ませ水中テレビカメラでその状況を観察し、吸い込みがなくなるまで作業を実施した。また、これらの作業が終了した後に、フーチング上をねらって砂を投入した。図-5.9 に継目排水孔から20ℓ/min以上の排水量が発生した横継目の排水量の経時変化を示すが、対策を実施した後に横継目J-2からの排水はほとんどみられず、対策工の効果が十分であることが確認されている。一方、横継目J-13については貯水位を下げるのが不可能であったため、貯水の流入箇所の調査を実施しておらず、対策として横継目J-13の上流面貯水池付近に砂を投入しているが、その効果は現れていない。

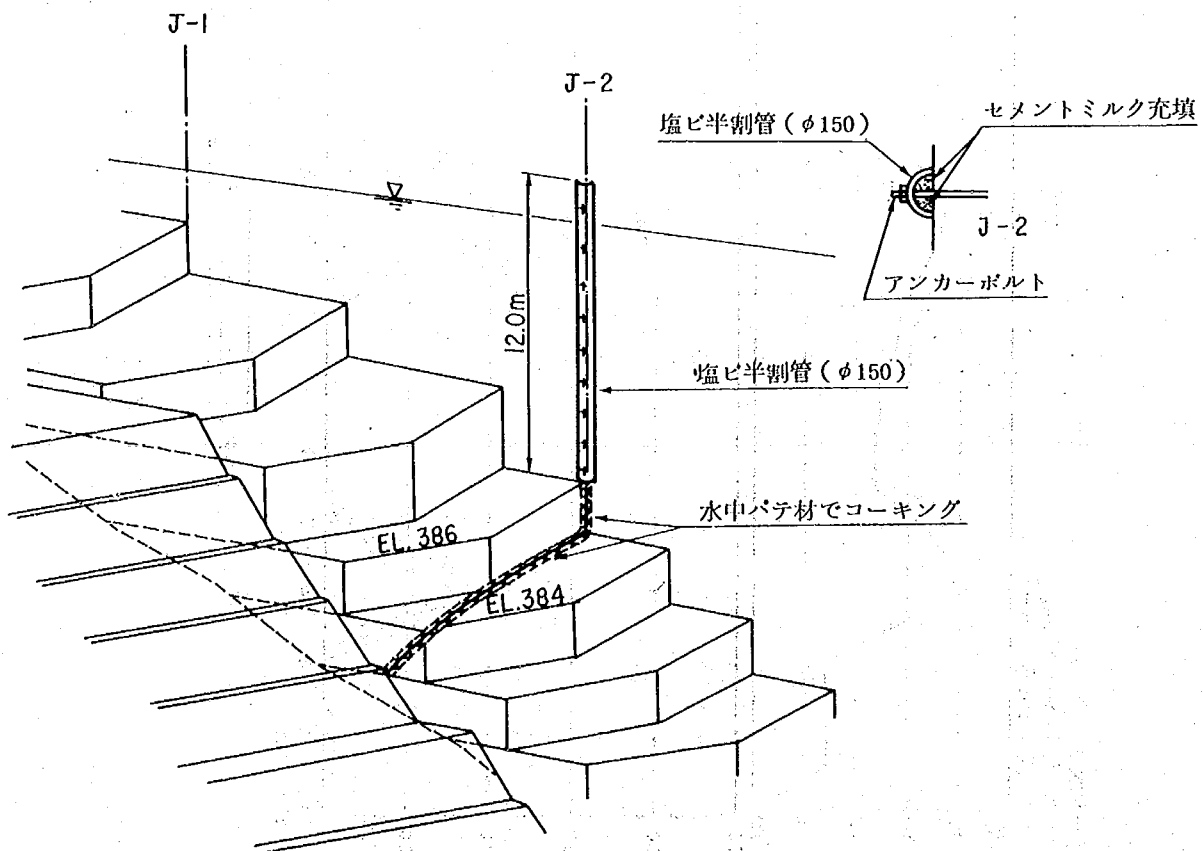


図-5.8 Cダムの継目排水量軽減対策工

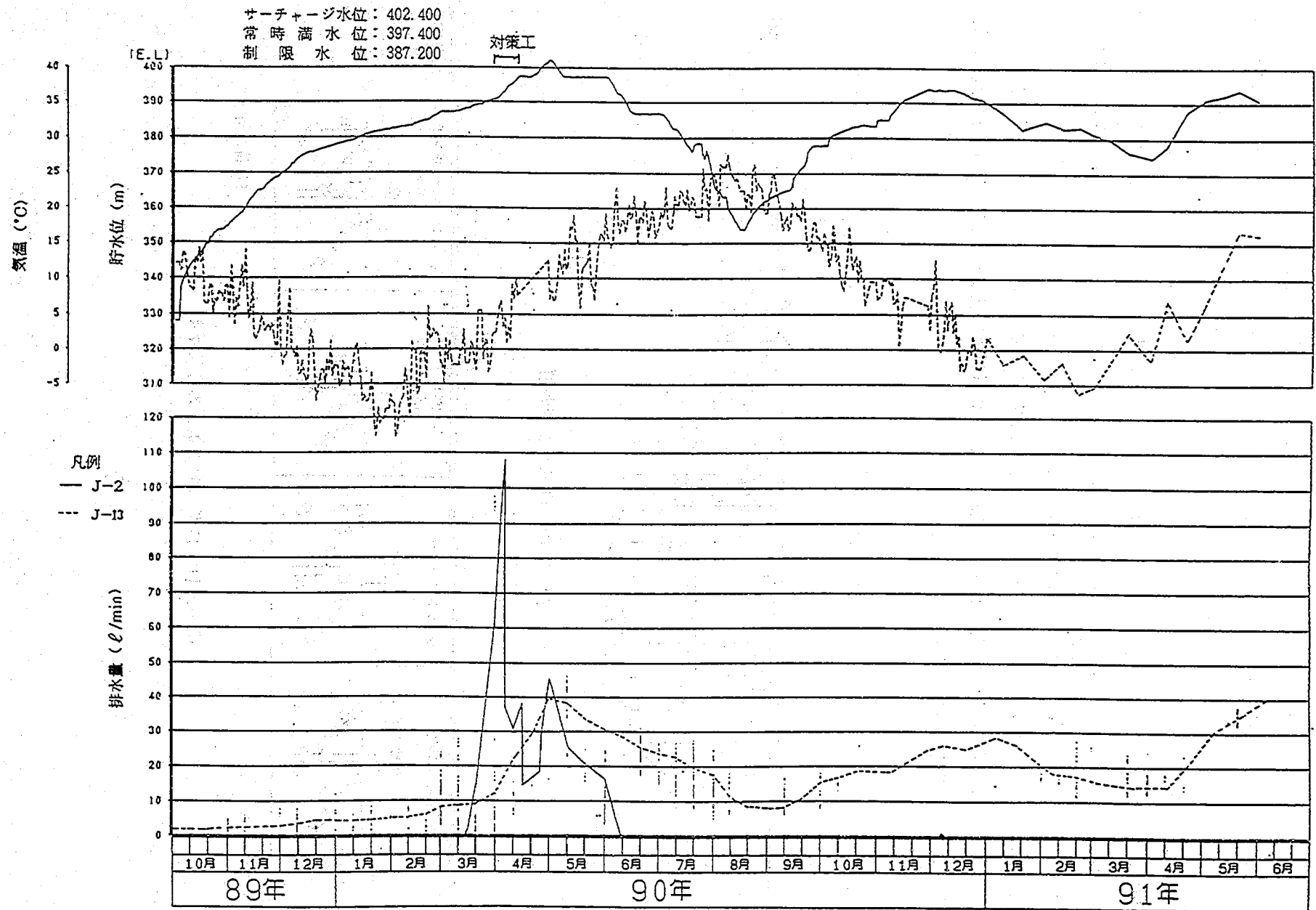


図-5.9 Cダムの継目排水量の経時変化

(事例-3)

Dダムでは、試験湛水中の常時満水位において縦目排水孔から全体で約470 ℓ/minの排水量が発生し、このうちJ-8~12(図-5.10参照)の堤体のほぼ中央に位置する5つの横縦目からの排水で全排水量の約73%を占めていた。また、横縦目J-15では縦目排水孔からの排水量はほとんど観測されていないが、下流面に水の浸み出しがみられたため、これらの横縦目に対して対策工を実施した。なお、各横縦目の開きの程度は水中テレビカメラを用いて事前に調査しており、これに基づき対策工の対象範囲を設定している。排水量の軽減のための対策工の作業手順を図-5.11に示す。対策工としては、まず貯水位を下げた後、ダム天端からゴンドラを吊り下げ、上流面の横縦目を幅10mm×深さ10mmにカットし、清掃、ケレンを十分行った後、これをコンクリートボンドで充填した。図-5.12に縦目排水孔からの排水量の経時変化を示す。これによると、対策工を実施した翌年2月には横縦目J-11の縦目排水孔から約120 ℓ/minの排水量が観測されており、対策工の効果は現れていないようである。

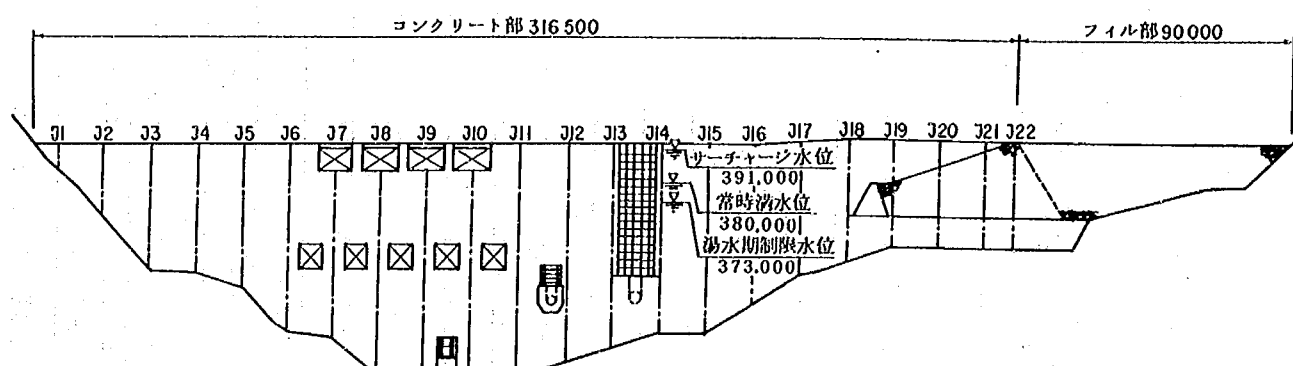
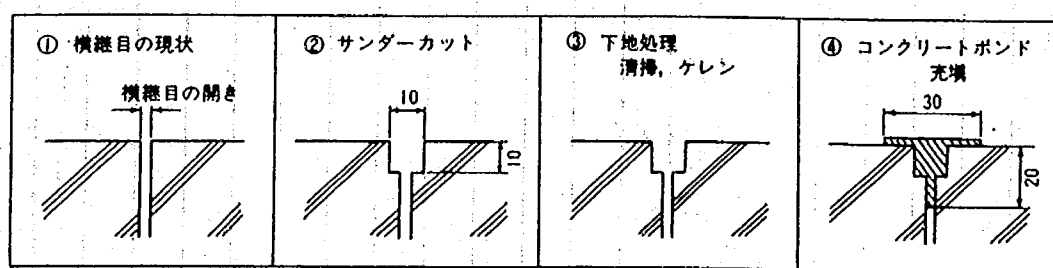


図-5.10 Dダム上流面図



(単位: mm)

図-5.11 Dダムの対策工の作業手順

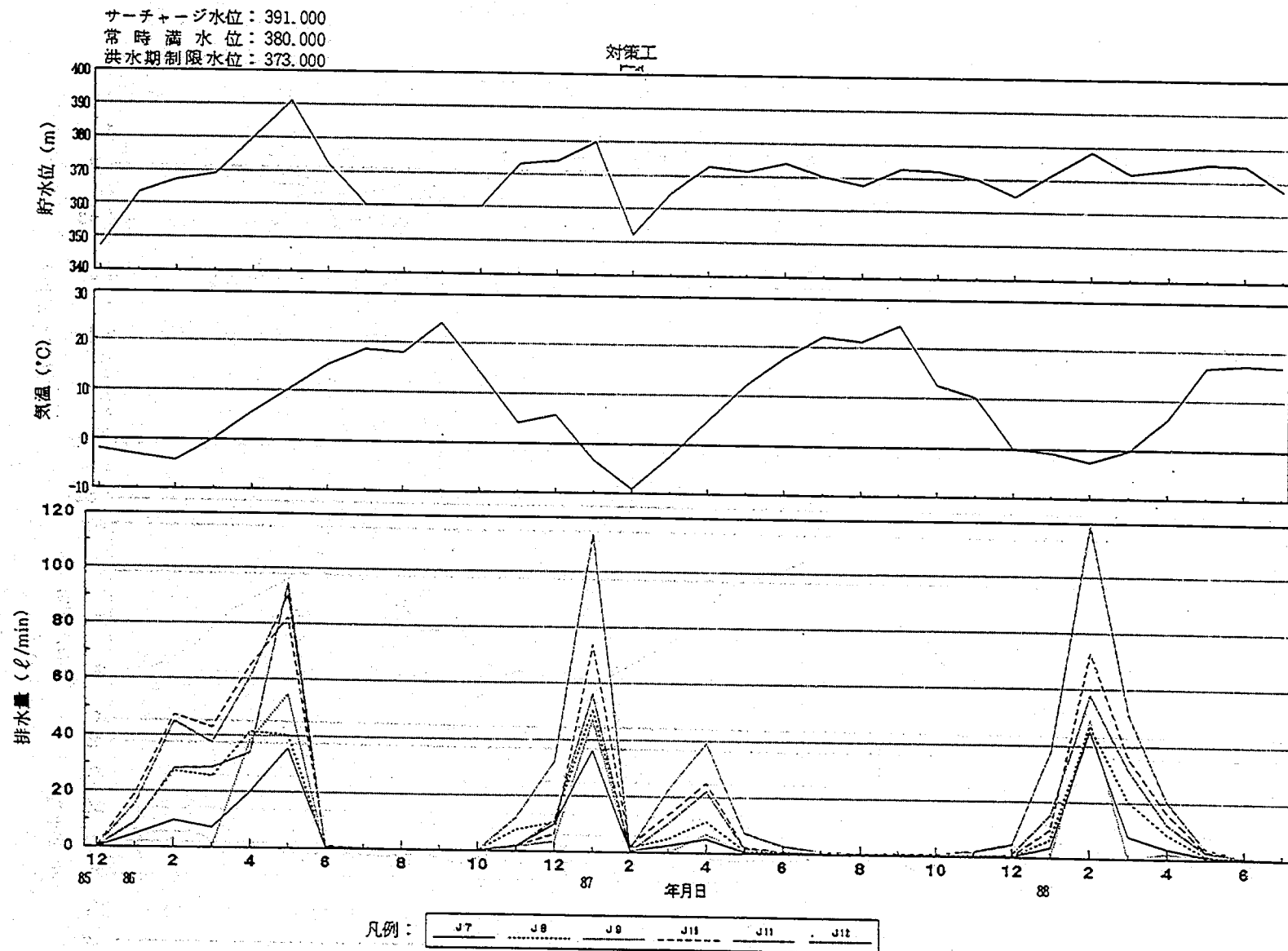


図-5.12(1) Dダムの継目排水量の経時変化

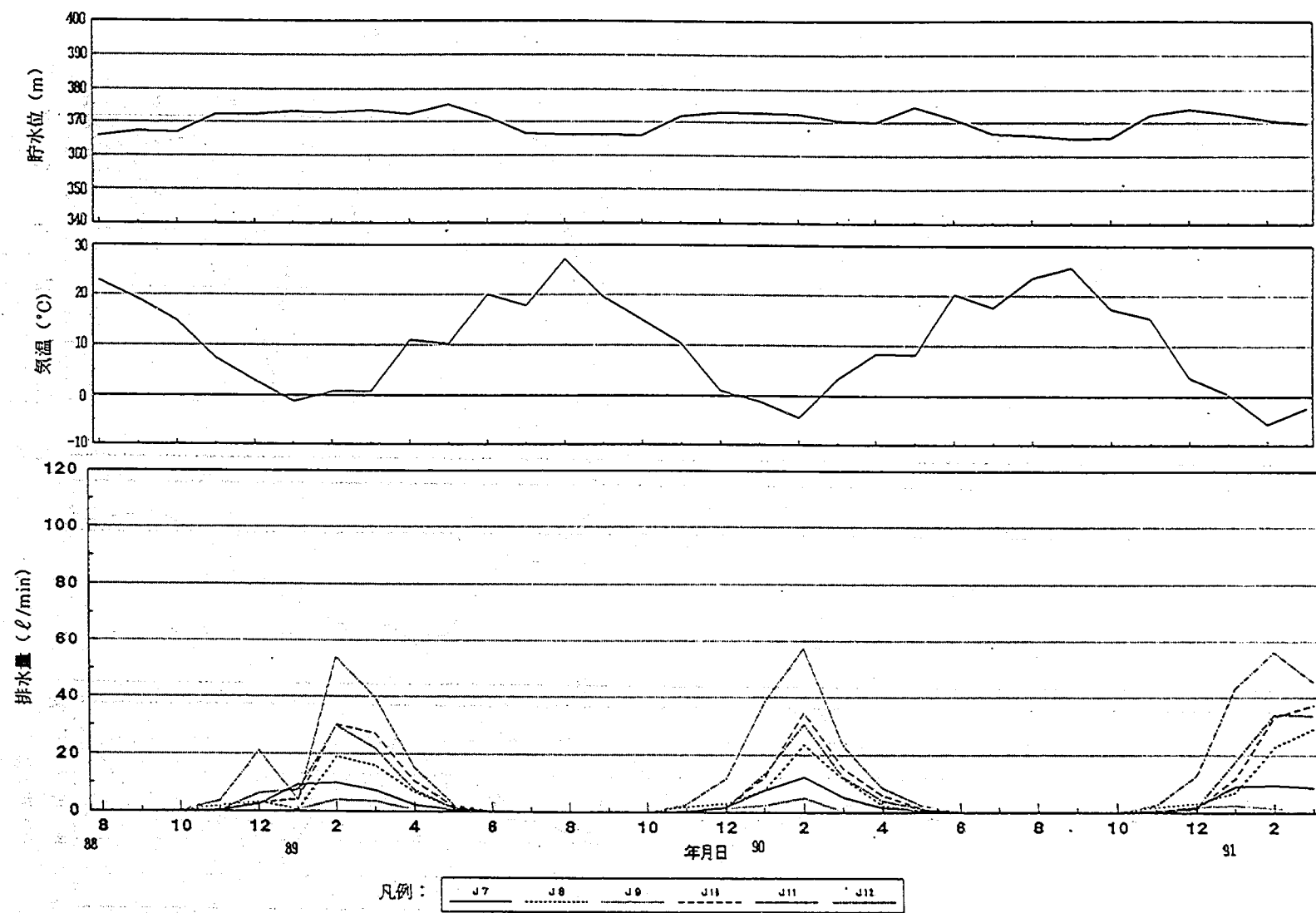


図-5.12(2) Dダムの継目排水量の経時変化

(事例-4)

Eダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位において継目排水孔1孔あたり最大で約116 ℓ/min、全体で約516 ℓ/minの排水量が観測された。このため、水中テレビカメラでの調査、貯水位を下げた後のポートによる上流面の目視観察結果に基づき、開きの大きい横継目と発見された水平クラックに対して図-5.13に示すように対策工の施工範囲を設定した。対策工としては、まず貯水位を下げた後、ダム天端からゴンドラを吊り下げ、図-5.14に示すように横継目の表面を幅50mm、深さ35mmにVカットし、表面を清掃して乾燥させた後、コーキング材を塗布し、さらに流木、流水等の衝撃を避けるため表面に緩衝材を施工した。さらに、図-5.15(a)に示すように、対策工施工範囲の最下部に水平方向のボーリングを行ってシーリング材を充填してグラウトストッパーを設け、次に、図-5.15(b)に示すように、上流面と止水板の間にダム天端から横継目を跨ぐようにボーリングを行い、セメントミルクを注入した。なお、これらの対策工は夏場に実施された。図-5.16に、継目排水量の経時変化を示すが、これらの対策工を実施した翌年の2月に再び多量の排水量が観測されたため、再度、ダム天端からのグラウチングを実施した。それ以後は、継目排水孔からの排水はほとんどみられず、対策工の効果が確認された。

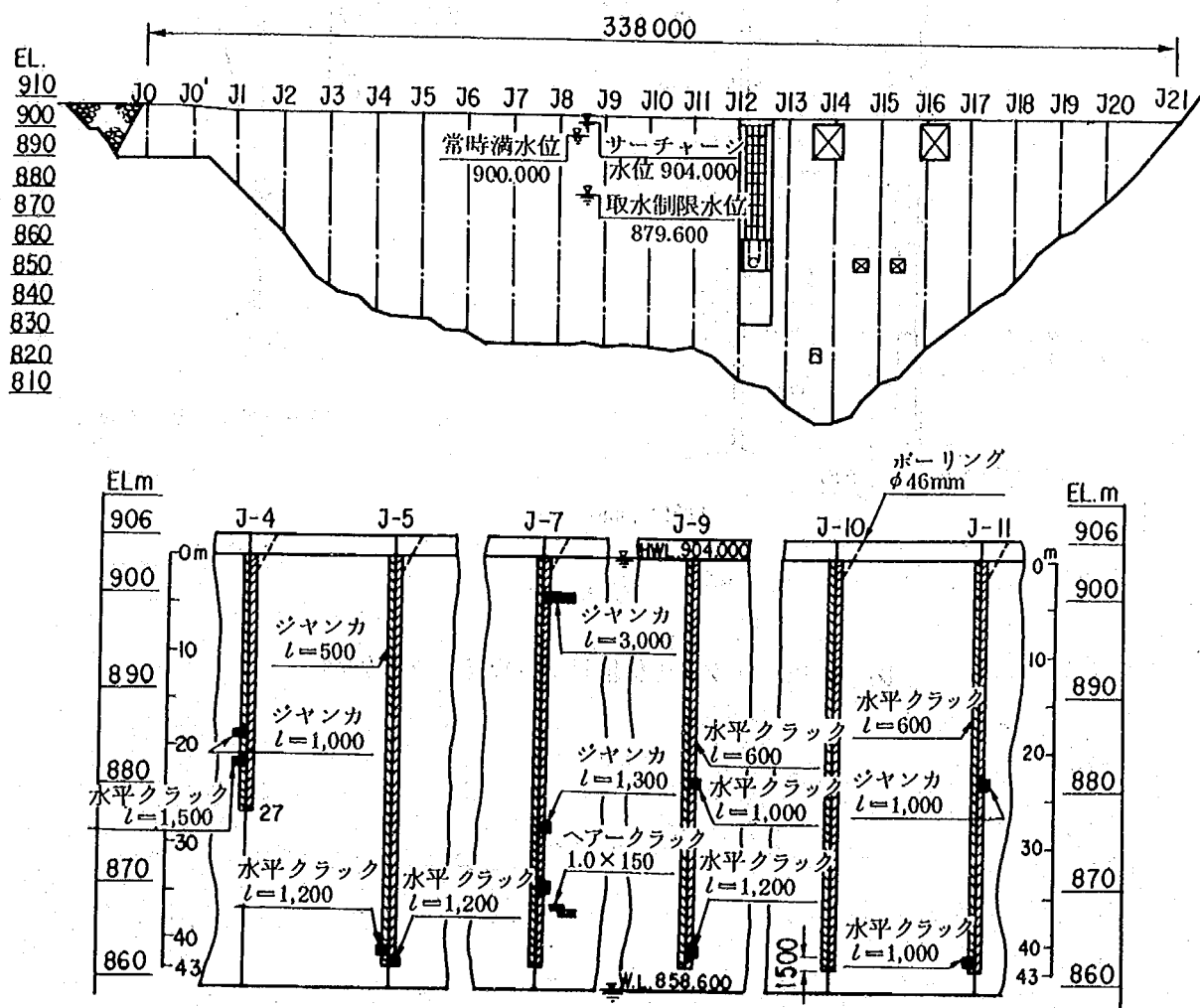


図-5.13 Eダムの対策工位置図

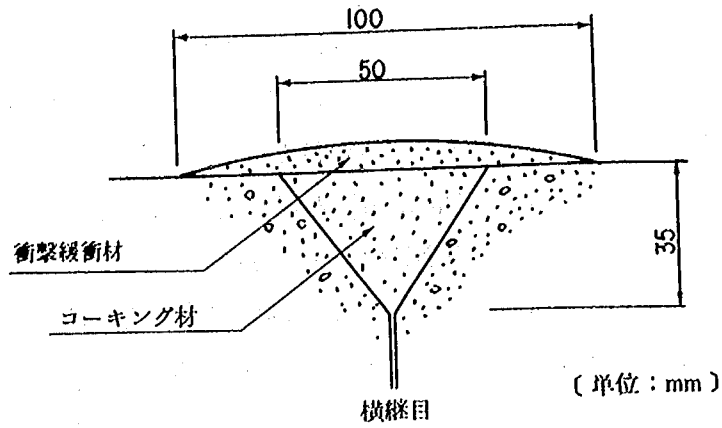


図-5.14 Eダム横継目処理

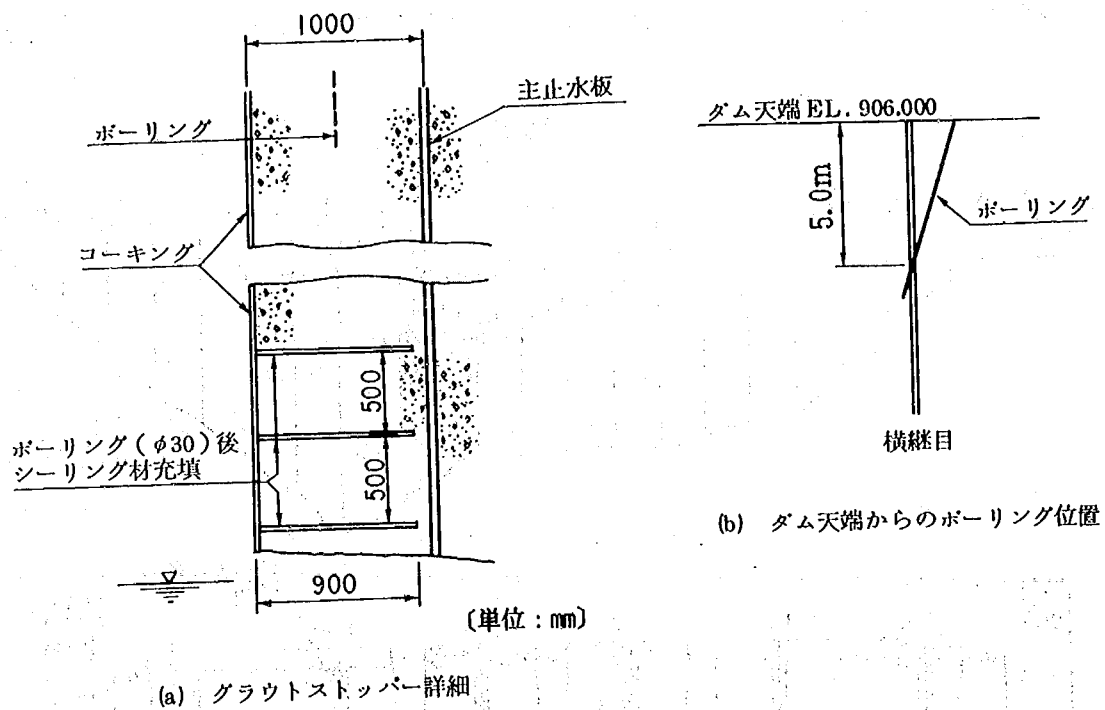


図-5.15 Eダム横継目グラウティング詳細図

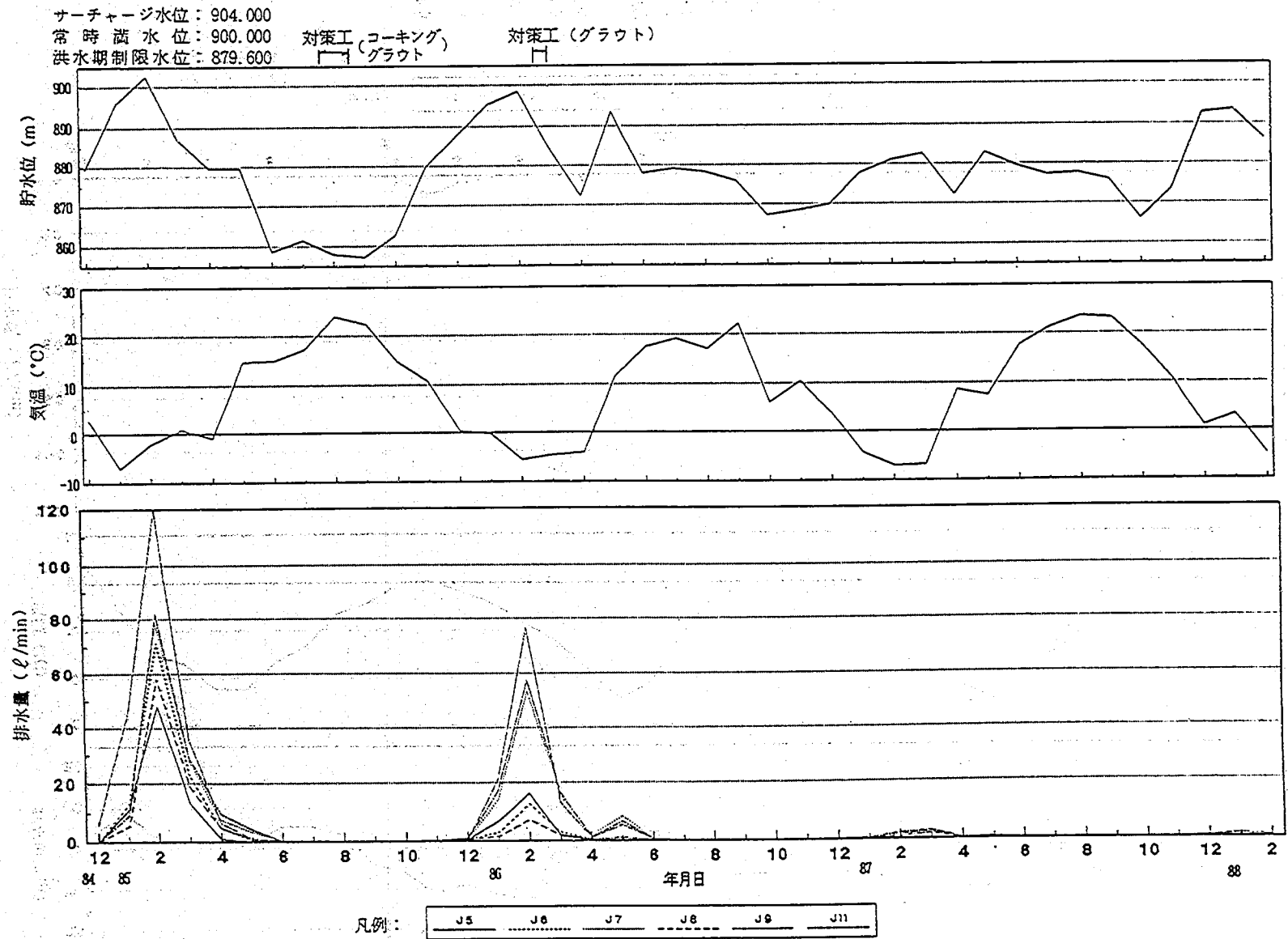


図-5.16(1) Eダムの継目排水量の経時変化

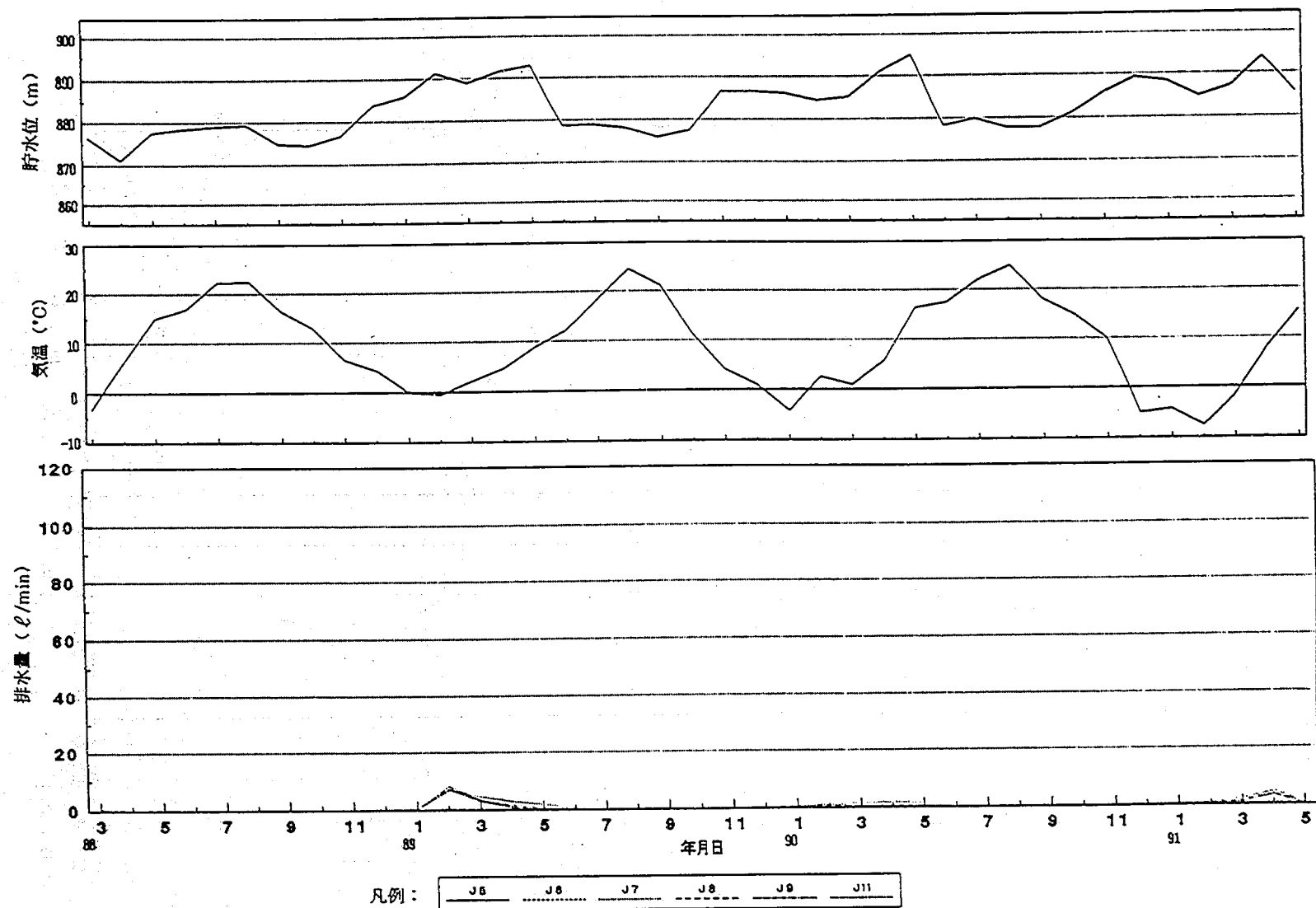
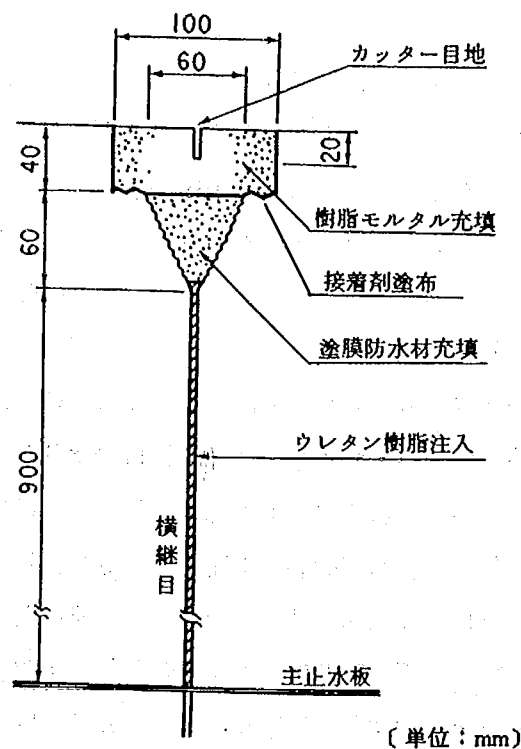


図-5.16(2) Eダムの継目排水量の経時変化

(事例－5)

Fダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位において縦目排水孔1孔あたり最大で95ℓ/min、全体で534ℓ/minの排水量が観測された。このため、排水量の多かった横継目に対して図－5.17に示すような対策工を実施した。対策工としては、まず、貯水位を下げた後、ダム天端からゴンドラを吊り下げ、横継目の表面をVカットし、表面をよく清掃した後、対策工施工範囲の最下部の横継目に水平方向のボーリングを行い、ウレタン系樹脂を注入してグラウトストッパーを設けた。次に、Vカットした横継目の部分にコーキングを施しながら、最下部より約50cmの間隔で手押しの注入ポンプを用いて順次上部へウレタン系樹脂の注入を行い、その後、横継目のVカットの部分に塗膜防水材、樹脂モルタルでコーキングした。これらの対策工は、1991年5～7月にかけて実施されているが、現在も貯水位は低下したままとなっている。このため、現段階では対策工の効果は確認できていない。



図－5.17 Fダムの対策工詳細図

(事例－6)

Gダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位で横継目J-28の縦目排水孔から22ℓ/minの排水があった。しかし、縦目排水孔からの排水が観測されたのは貯水位が常時満水位からサーチャージ水位の間のみで、試験湛水以後の貯水位は常時満水位以下であったため、その後、縦目排水孔からの排水はほとんどみられない。このダムでは、前掲の図－2.17に示すように、横継目の主、副止水板の間に予めジョイントグラウティング用の配管を7ゾーン（図－5.18参照）に分けて配置しており、試験湛水中に縦目排水孔から2ℓ/min以上の排水が観測された場合、この各ゾーンの横継目に対してジョイントグラウティングを実施しており、これが効果的であった。なお、横継目J-28については常時満水位以上でしか排水が観測されていないため、この区間のジョイントグラウティングは実施しなかった。

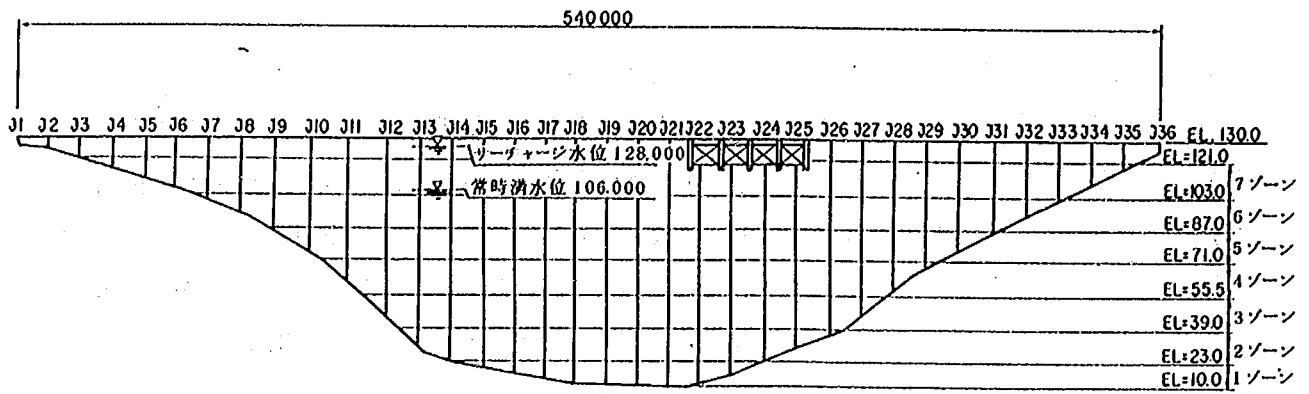


図-5.18 Gダムの横継目のジョイントグラウチングのゾーン分け

(事例-7)

Hダムでは、前掲の図-2.17に示すように横継目の主、副止水板の間に予めジョイントグラウチング用の配管を施しておき、試験湛水前にジョイントグラウチングを実施した。しかし、これにもかかわらず試験湛水中に継目排水孔から1孔あたり最大で約146  $\ell$ /min、全体で約1,172  $\ell$ /minの排水が観測された。このため、貯水位を下げ、堤体の上流面にゴンドラを吊り下げ、クラックの有無を観察し、打継目沿いに発見された水平クラックに対して、図-5.19に示すように30cm程度の間隔で注入用パイプをシール材を用いて取り付け、このシール材が硬化した後、水平クラックに対してエポキシ樹脂の注入を行った。また、注入剤が硬化した後、注入用パイプを取り外し、表面をシール材で仕上げた。継目排水量の経時変化は、図-5.20に示しているが、対策工実施後も毎年2～3月に継目排水孔から多量の排水が観測されており、対策工の効果は現れていない。なお、これらの対策工は4～12月にかけて実施されている。

ところで、このダムでは1981年5月から試験湛水を開始し、翌1982年4月には貯水位が常時満水位までに到達したが、その後貯水位を下げ、1985年10月までの3年6ヶ月の間、貯水位を低下させたまま貯水池内の地すべり対策工を実施している。図-5.21に、地すべり対策工の実施前後の継目排水量の相違を示す。常時満水位での排水量を比較すると、地すべり対策を実施するため、貯水池を長期間空虚状態にしていた後の方が継目排水孔からの排水量が大きくなっていることがわかる。

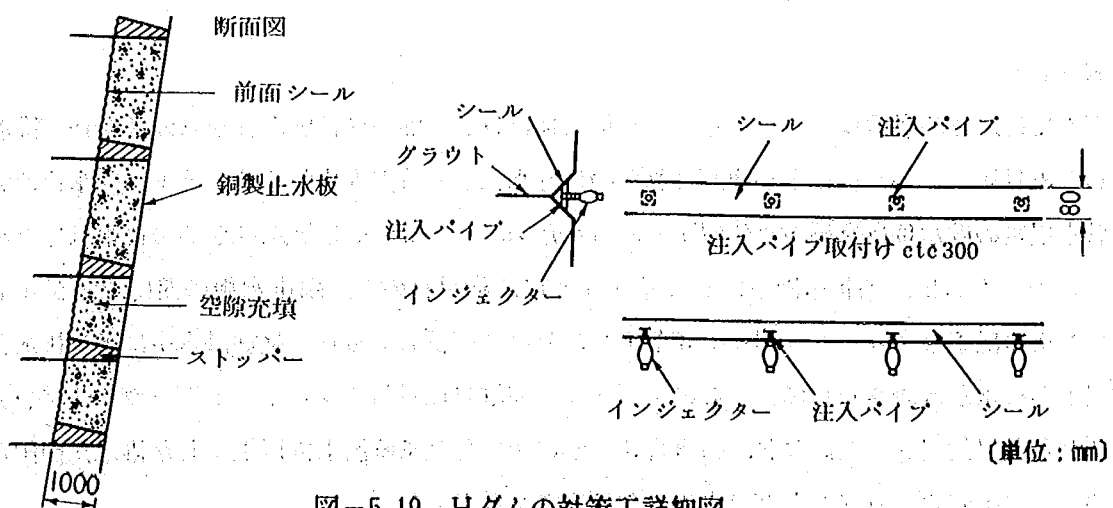


図-5.19 Hダムの対策工詳細図

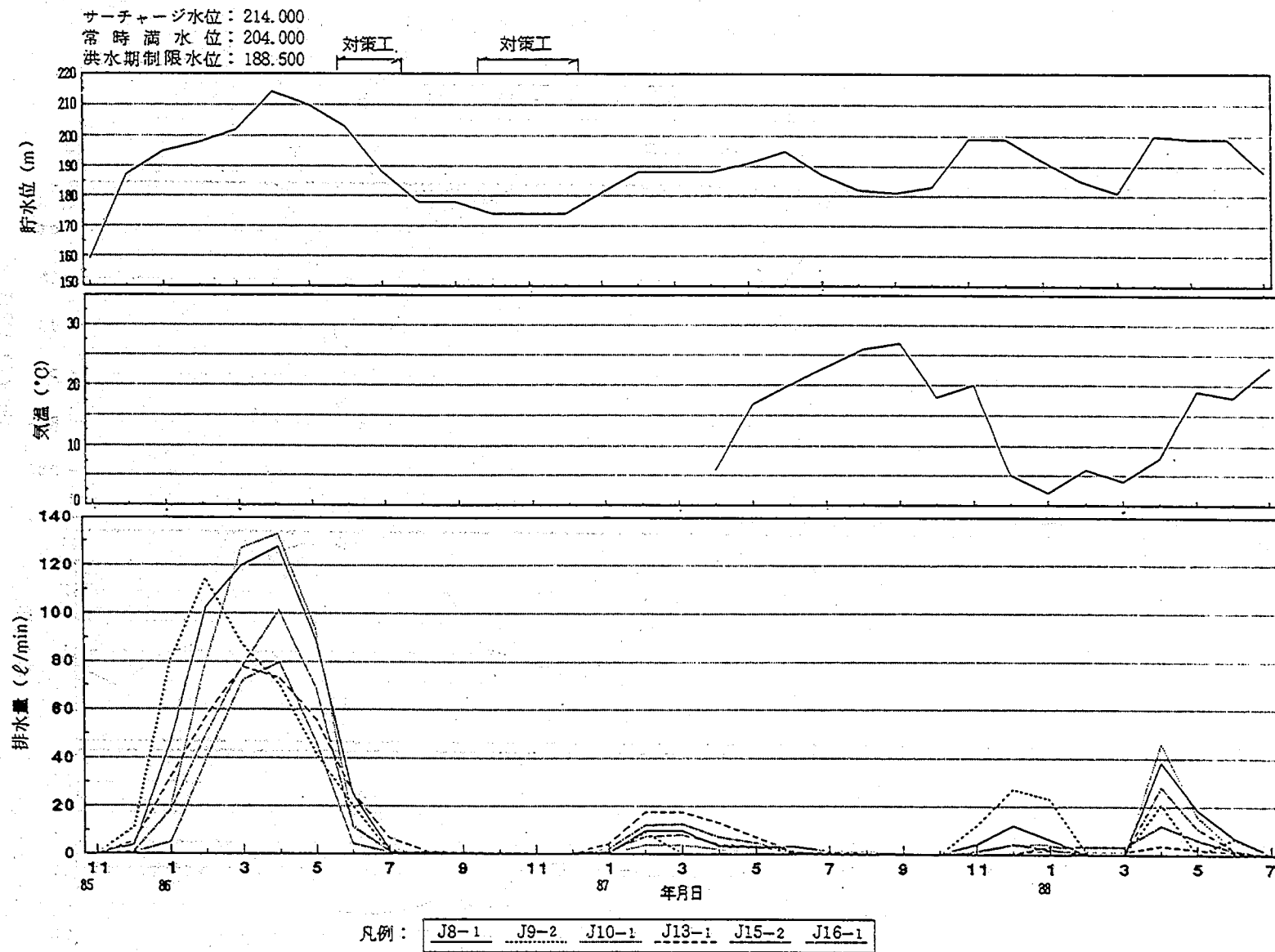


図-5.20(1) Hダムの継目排水量の経時変化

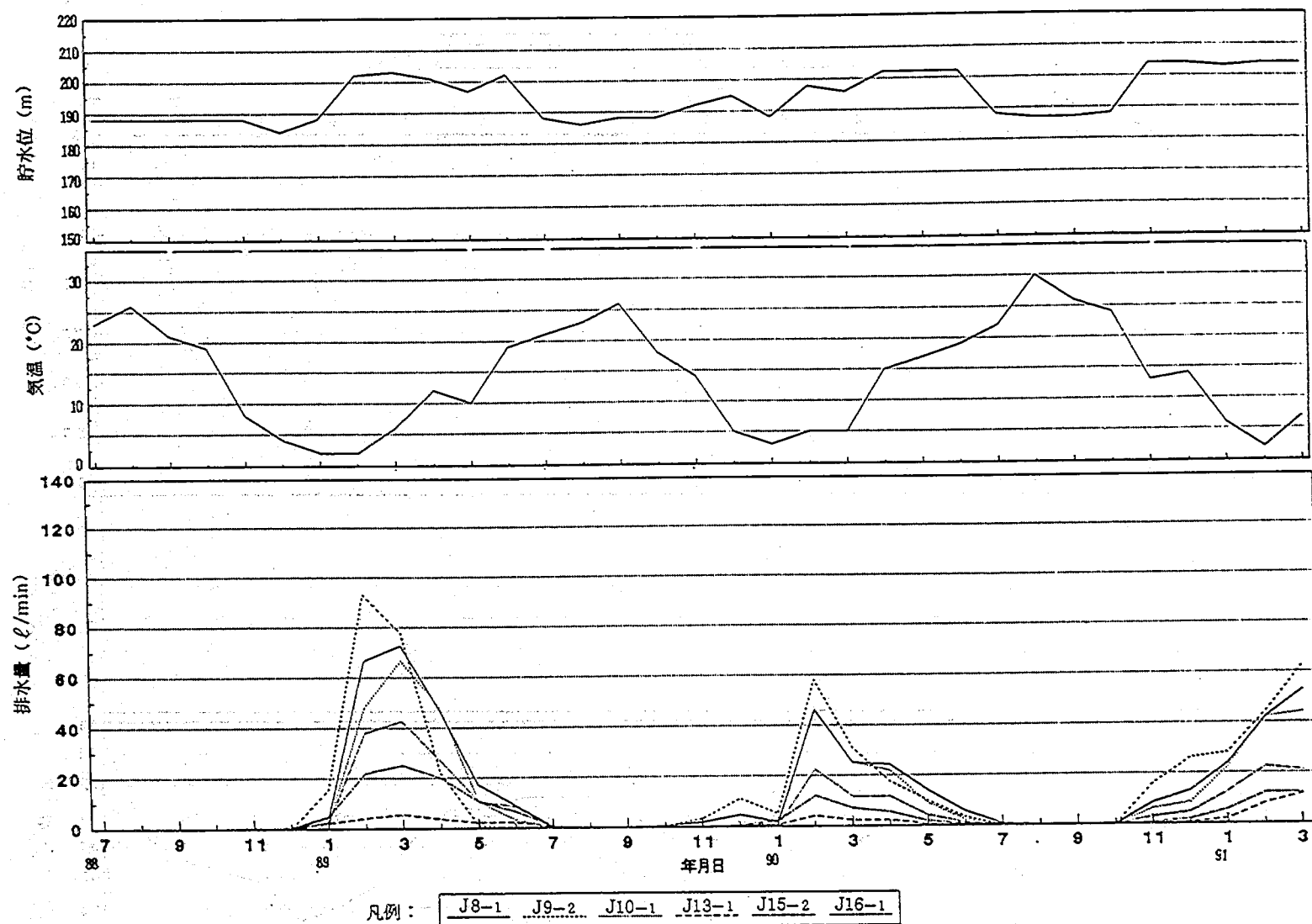


図-5.20(2) Hダムの継目排水量の経時変化

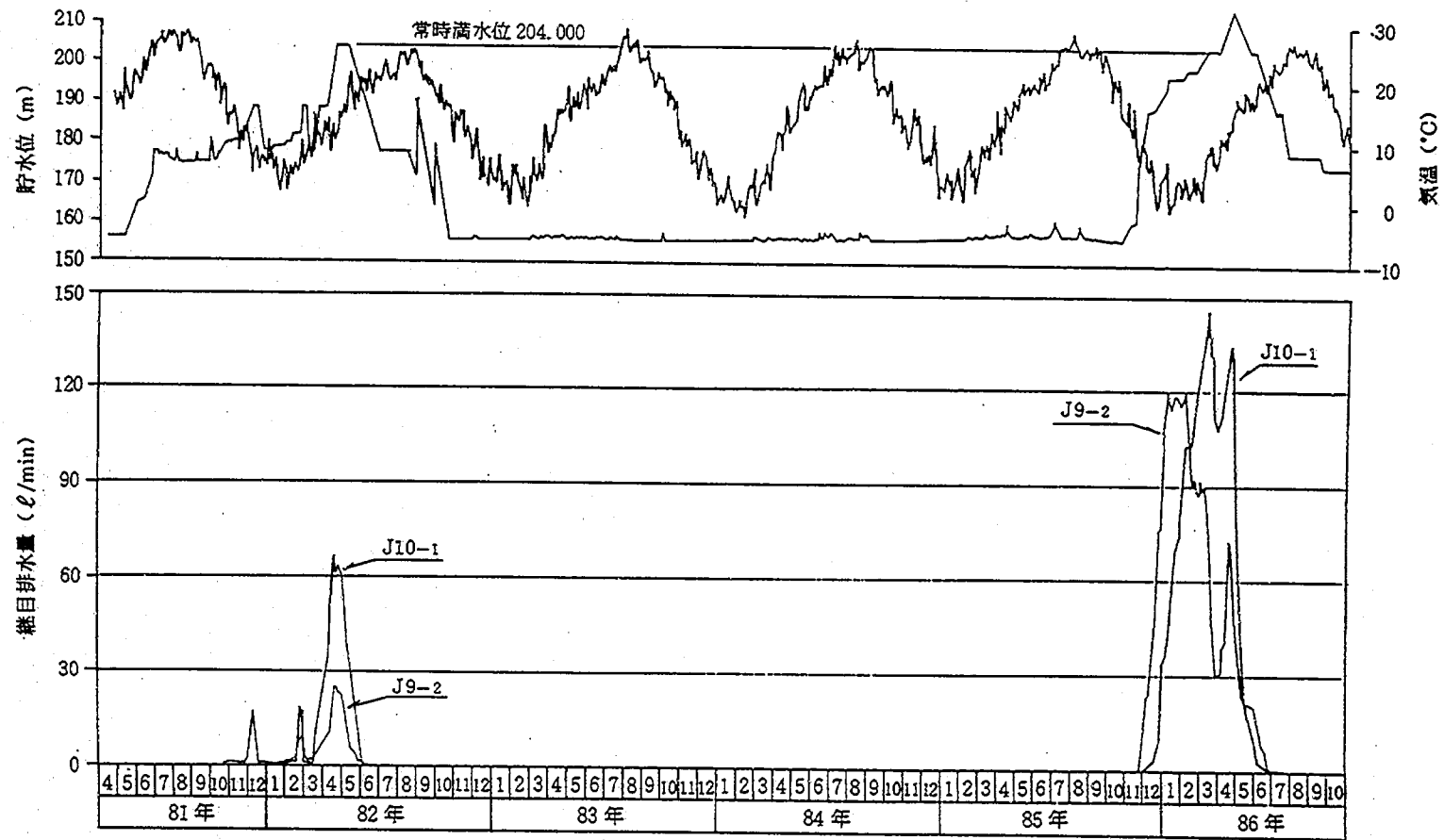


図-5.21 Hダムの試験湛水中断前後の継目排水量

(事例－8)

I ダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位において継目排水孔から1孔あたり最大で約200 ℓ/min、全体で約1,492 ℓ/minの排水を観測している。このため、貯水位を下げてダム天端より横継目に沿ってゴンドラを吊り下げて、泥等が付着し貯水の吸い込みの痕跡が確認された箇所に対して、注入用パイプをシール材を用いて取り付け、エポキシ樹脂の注入を行い、さらにその表面をコーキングした。図-5.22に、継目排水量の経時変化を示しているが、対策工施工後は高い貯水位を経験しておらず、対策工の効果は確認されていない。

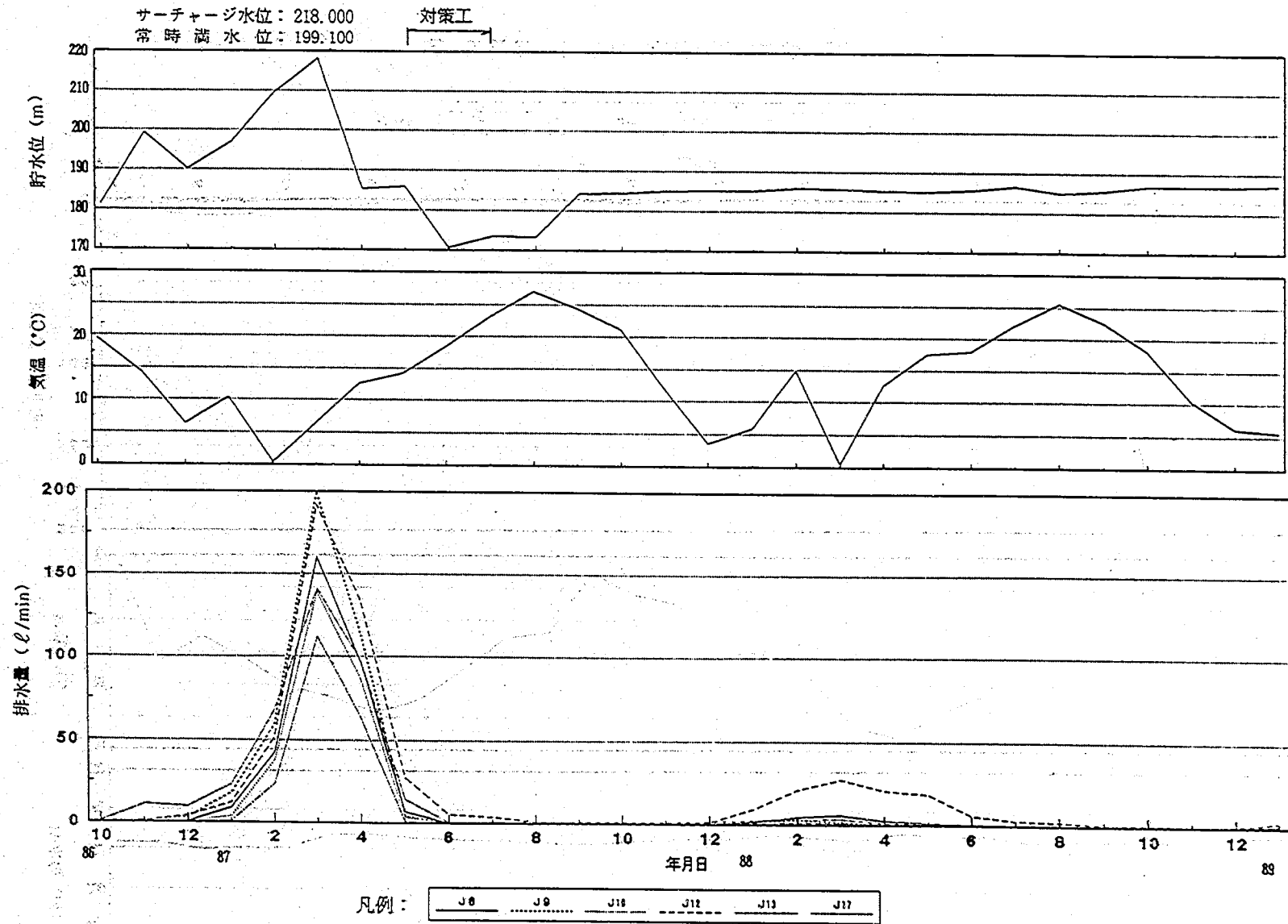


図-5.22(1) I ダムの継目排水量の経時変化

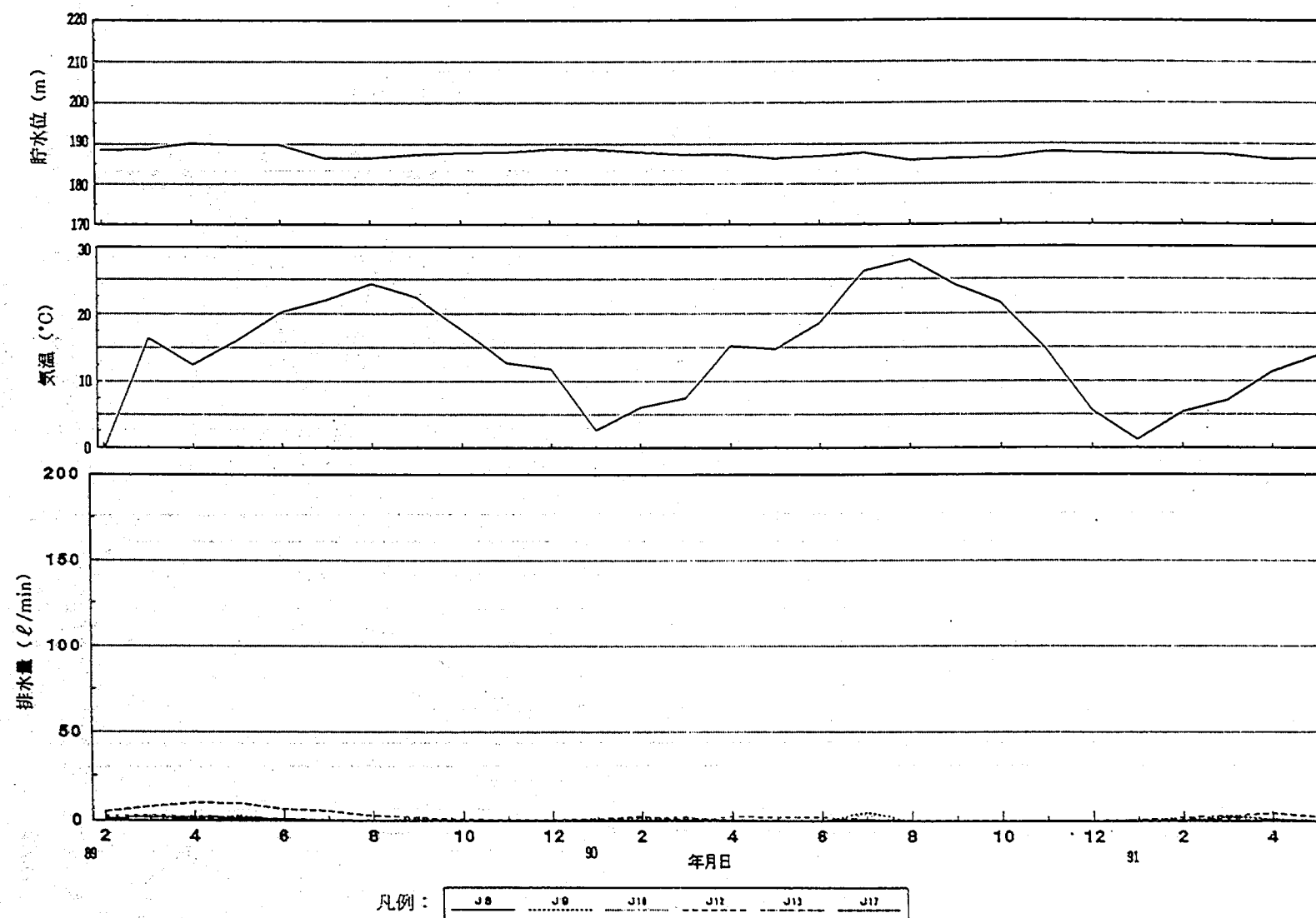


図-5.22(2) Iダムの継目排水量の経時変化

(事例－9)

○ダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位において継目排水孔1孔あたり最大で約34ℓ/min、全体で約138ℓ/minの排水が観測された。このため、ボートにより貯水池上流面に砂、モルタルを散布し、継目排水量の軽減対策を実施した。

ところで、図-5.23に○ダムの越流部の止水構造を示しているが、越流部には上流面側にしか止水板が設置されておらず、その上端はEL.110.00m となっている。一方、図-5.24に試験湛水中の貯水位と継目排水孔からの排水量の関係を示しているが、貯水位がサーチャージ水位であるEL.110.5m あたりになると、急激に排水量が増加している。したがって、多量の継目排水は主止水板の上端を越えてきた水と考えられ、このダムでは越流部の止水構造に不十分な点があったといえる。

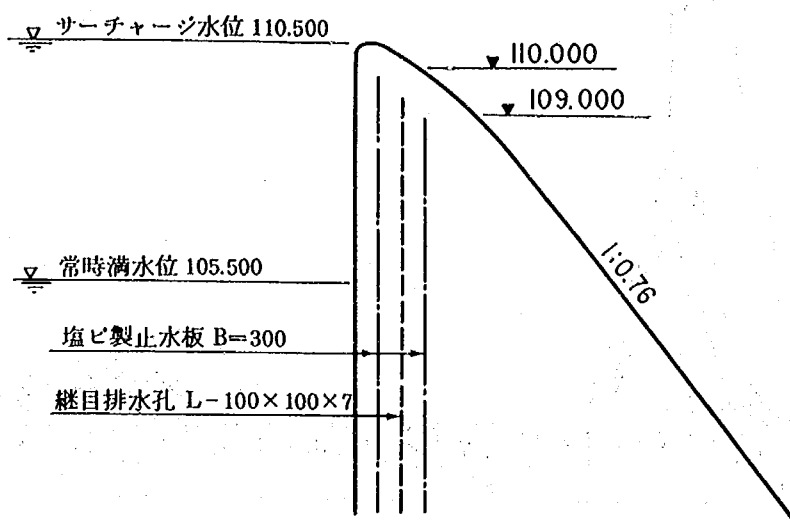


図-5.23 ○ダムの越流部の止水構造

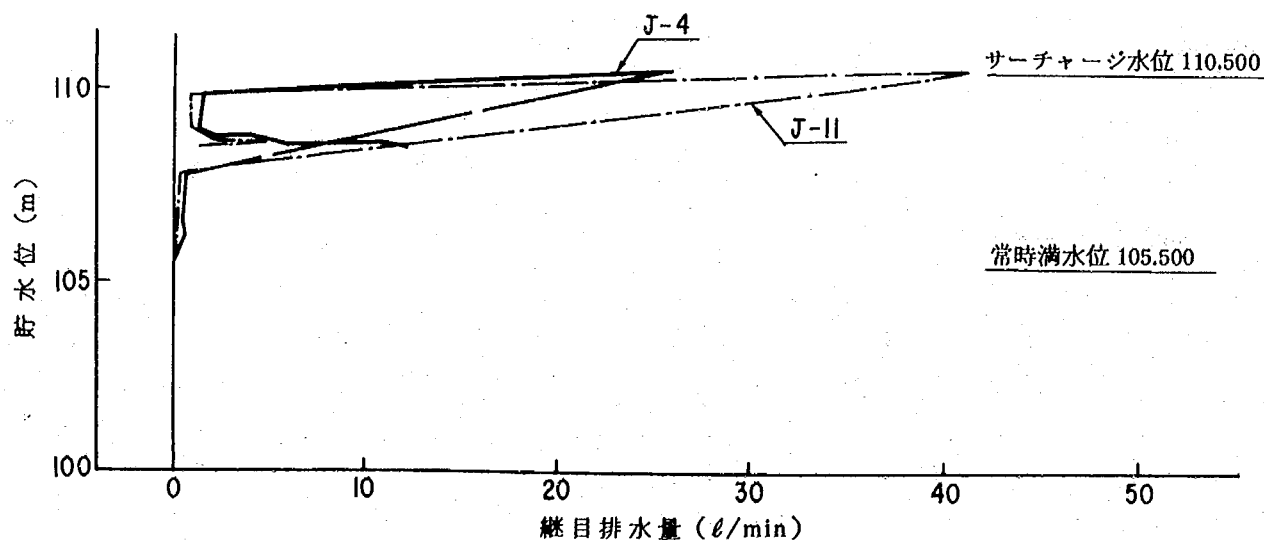


図-5.24 ○ダムの試験湛水中の貯水位と継目排水量の関係

(事例-10)

Pダムでは、試験湛水のサーチャージ水位に達する前に、堤体のほぼ中央に位置する横継目J-9の継目排水孔から最大約60ℓ/minの排水がみられたため、横継目に沿って貯水池上流面にモルタルを投入して、継目排水量を軽減するための対策工を実施している。その結果、継目排水孔からの排水量は、図-5.25に示すように対策を実施した翌年の厳寒期で最大約10ℓ/min程度まで低減されている。

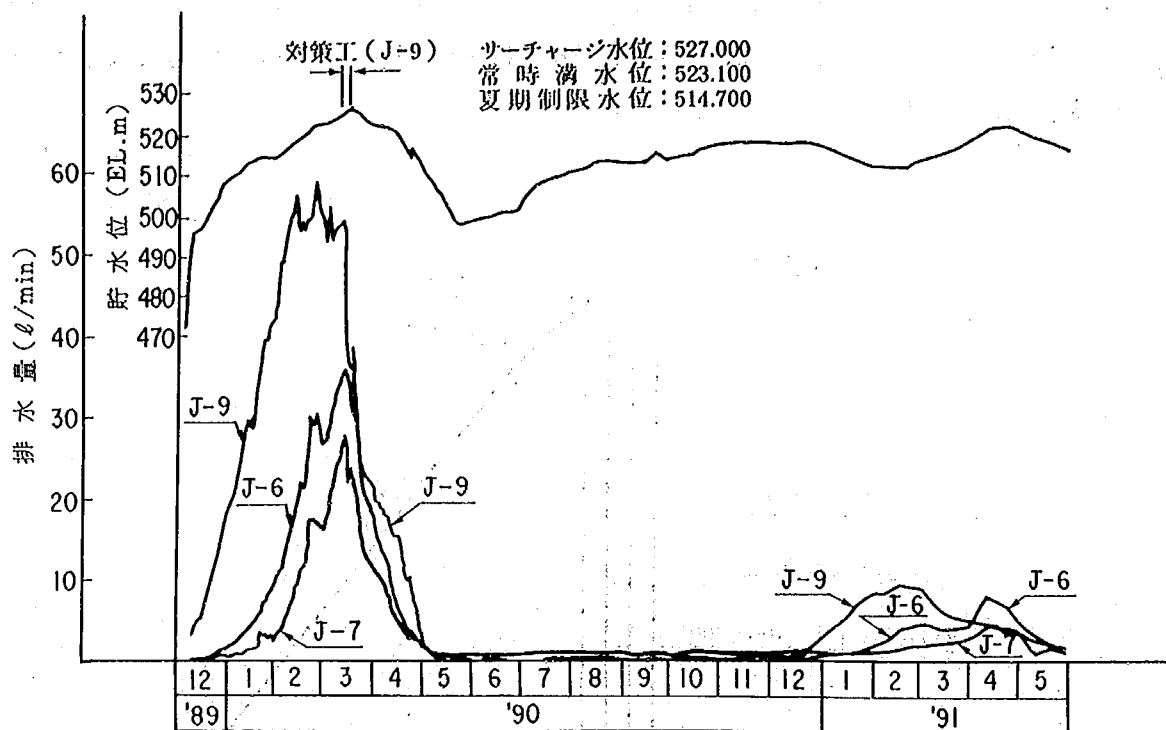


図-5.25 Pダムの継目排水量の経時変化

(事例-11)

Qダムでは、試験湛水の水位上昇時に縦目排水孔から多量の排水量が観測されたため、堤体上流面の貯水池に砂を投入して、対策工を実施している。図-5.26に試験湛水中の横縦目からの全排水量の経時変化を示しているが、対策工施工直後に急激に排水量が低減しており、対策工の効果が確認される。その後も貯水位は上昇しているが、排水量はさほど増大せず、自然の目詰まりの影響もあり、徐々に減少傾向を示している。

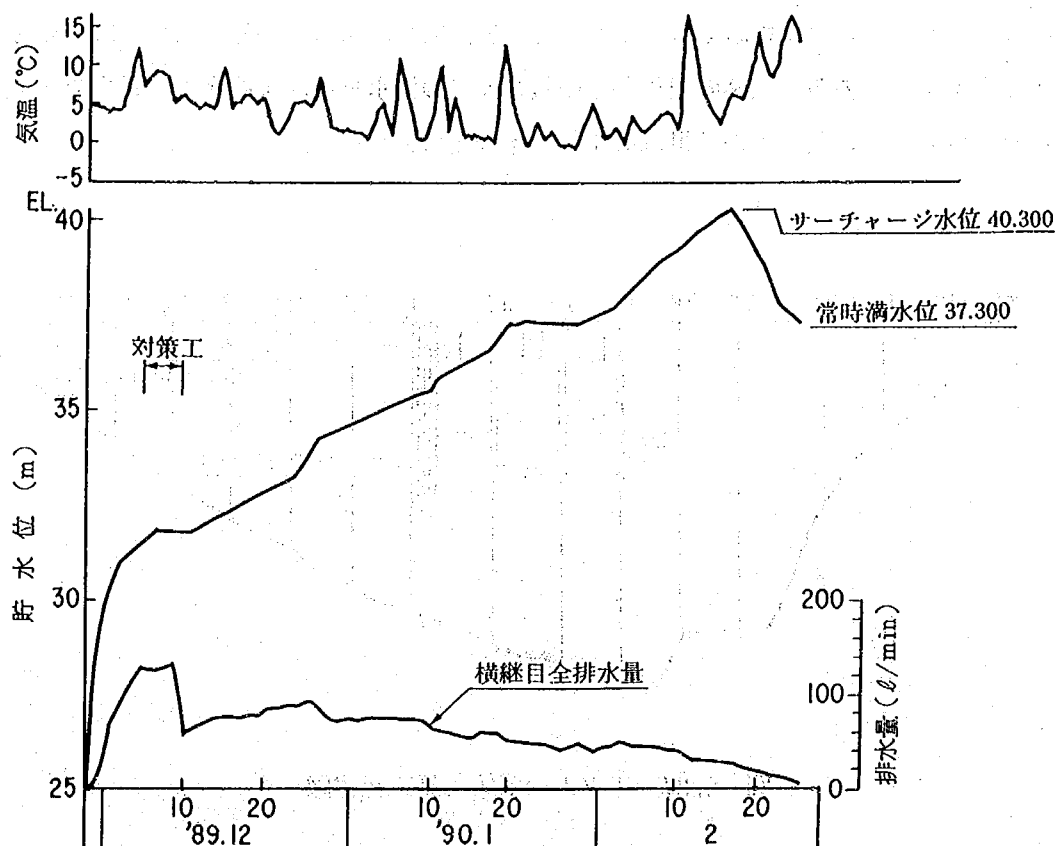


図-5.26 Qダムの試験湛水中の縦目排水量の経時変化

(事例-12)

Tダムでは、試験湛水中の最高水位において、継目排水孔1孔あたり最大で約92ℓ/min、全体で約370ℓ/minの排水が観測された。また、試験湛水後の1987年4月には継目排水孔1孔あたり最大で約110ℓ/minの排水量を観測している。このため、貯水位を制限水位に下げた時点で、継目排水孔の排水口から着色液を注入し、着色液が上流面に浸出してくる箇所を目視によって観察した。その結果に基づき、図-5.27に示すように、J-7, 8, 9の横継目と水平打継目に沿ったクラックを対策工の施工範囲に設定した。対策工としては、まず貯水位を下げた後、ダム天端からゴンドラを吊り下げ、図-5.28に示すように、横継目の表面を幅50mm、深さ30mmにカットし、清掃後、ウレタン系樹脂の注入を行った。次に、横継目のカットした部分をゴム、エポキシ樹脂でコーキングした後、表面に防水材を施工した。図-5.29に継目排水量の経時変化を示すが、対策工実施の翌年からの厳寒期での排水量は、1孔あたり最大で40~70ℓ/minまでに軽減されてはいるが、対策工の効果は必ずしも十分とはいえない。

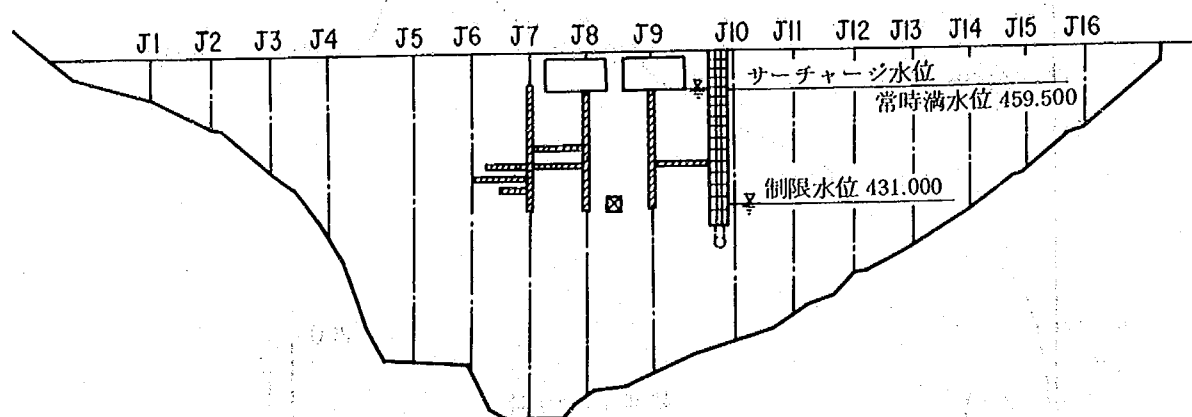


図-5.27 Tダムの対策工施工範囲図

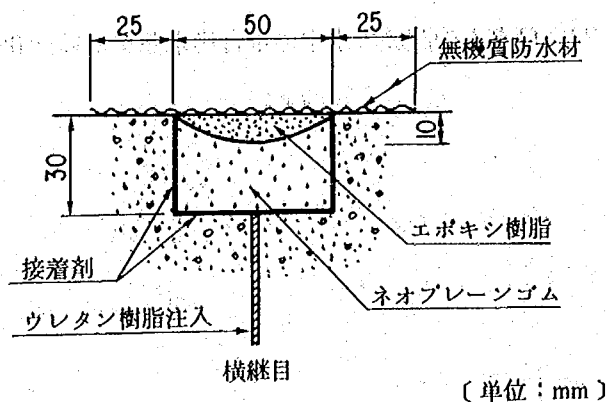


図-5.28 Tダムの横継目処理

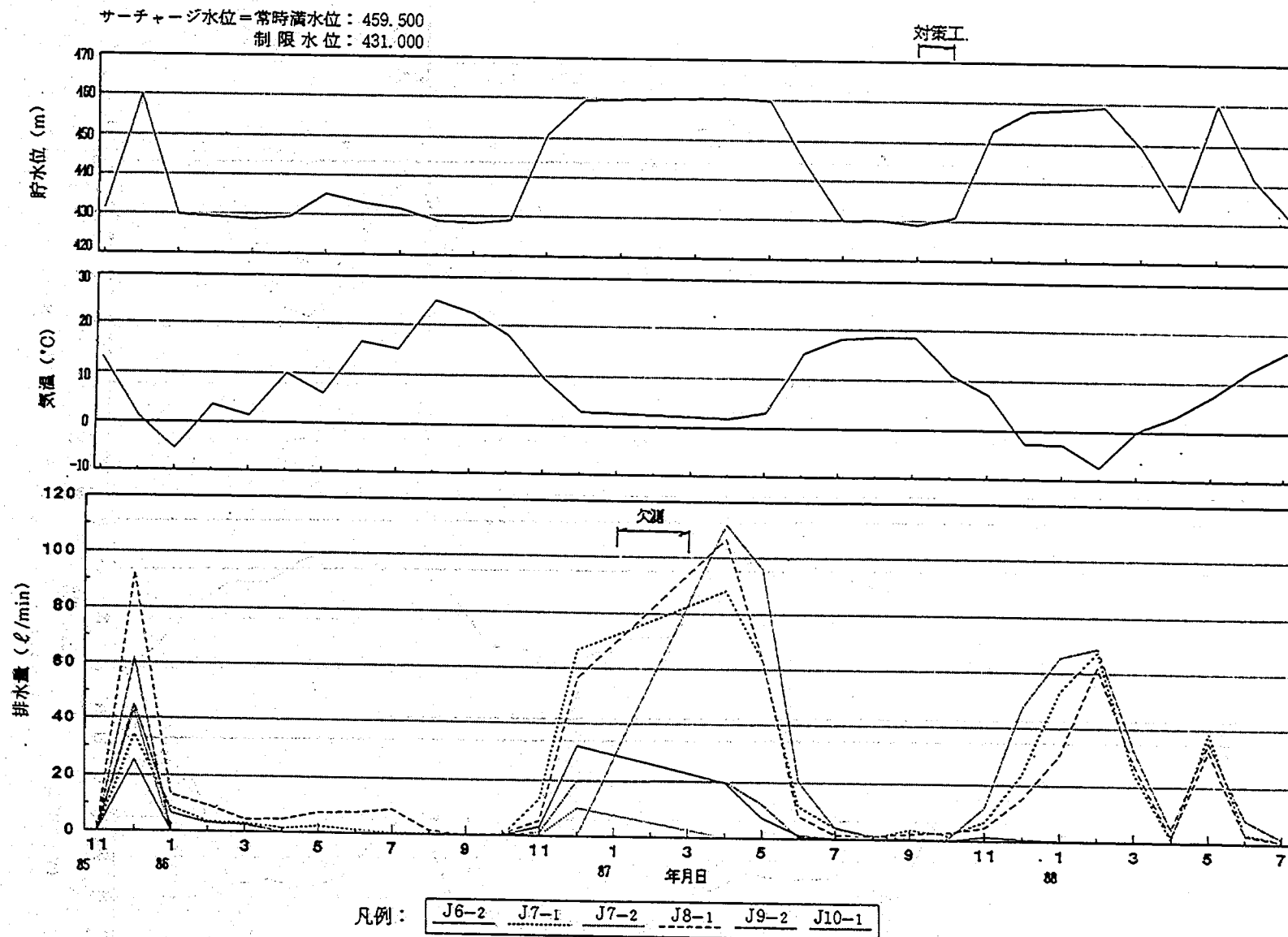


図-5.29(1) Tダムの継目排水量の経時変化

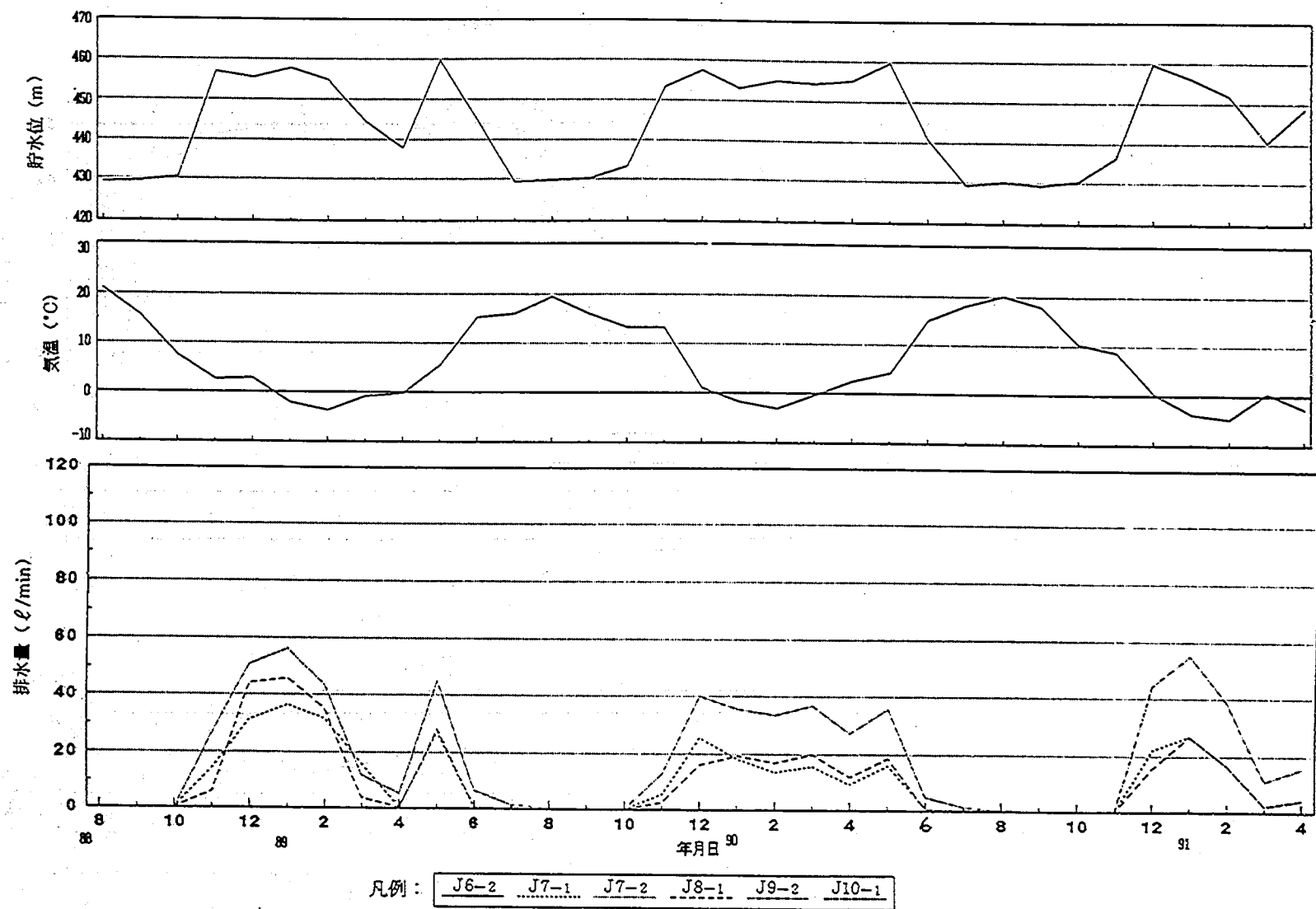


図-5.29(2) Tダムの継目排水量の経時変化

(事例-13)

Wダムでは、試験湛水中のサーチャージ水位で、継目排水孔から合計約196 ℓ/minの排水が観測された。このうち、J-6, 7の2つの横継目で、全体の排水量の約77%を占めている。これらの横継目は図-5.30に示すように、比較的標高の高い位置から始まる横継目である。これらの横継目において、試験湛水中に急激な排水量の変化が認められた貯水位標高付近には、長期放置したブロックは存在せず、またこれらの横継目に沿って上流面から着岩部に砂を投入したところ排水量が一時的に減少傾向を示し、同じく横継目に沿って上流面から着岩部に芳香剤を投入したところ監査廊で匂いを確認したこと等から、基礎岩盤との接合面に原因があると判断した。そこで、対策工として、図-5.31に示すように監査廊から着岩面付近をねらってコンタクトグラウチングを実施した。継目排水量の経時変化を図-5.32に示しているが、対策工の効果がある程度まで認められる。

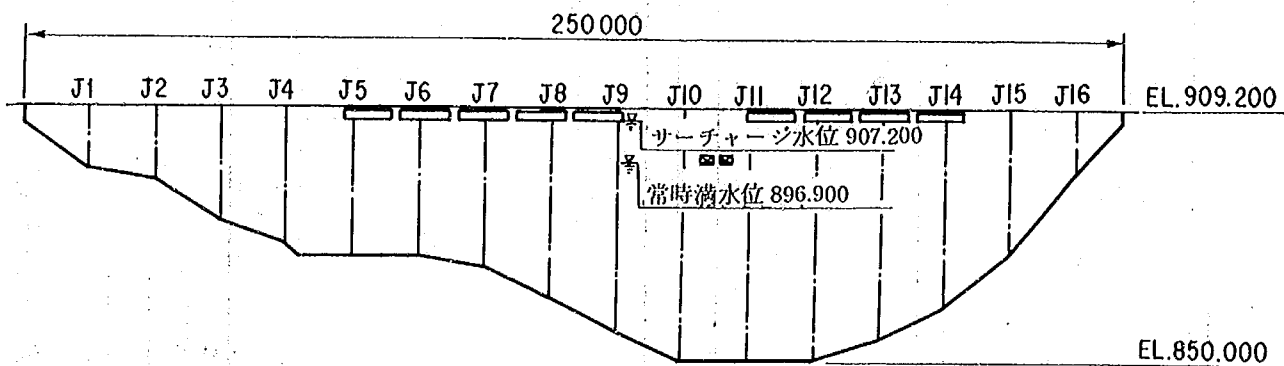


図-5.30 Wダム上流面図

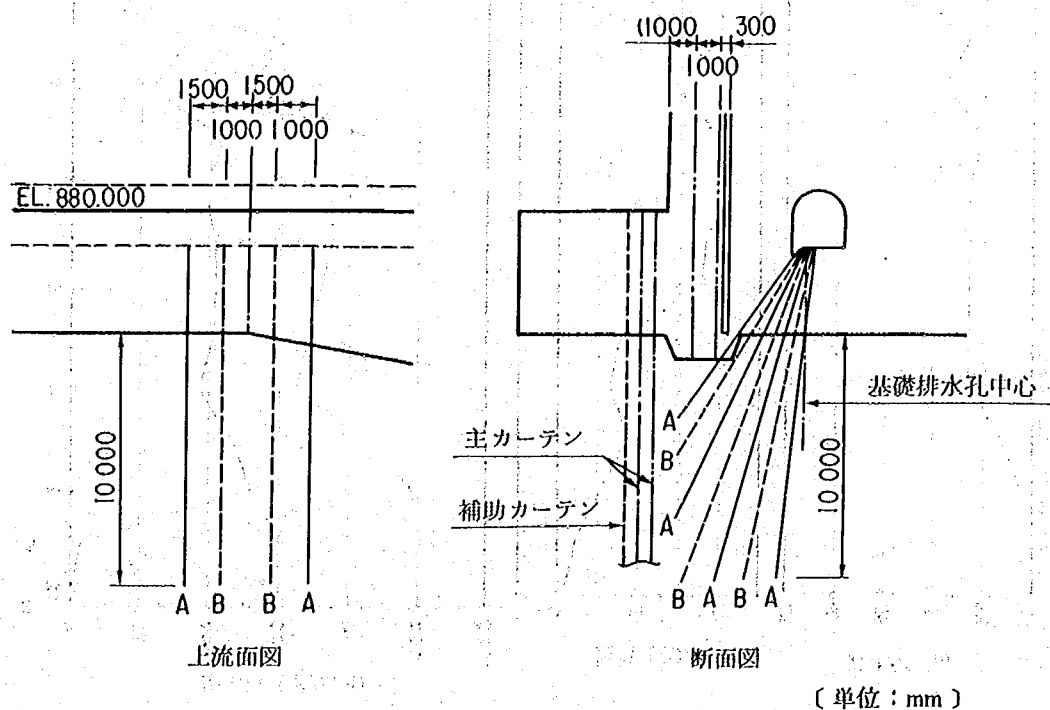


図-5.31 Wダムの対策工詳細図

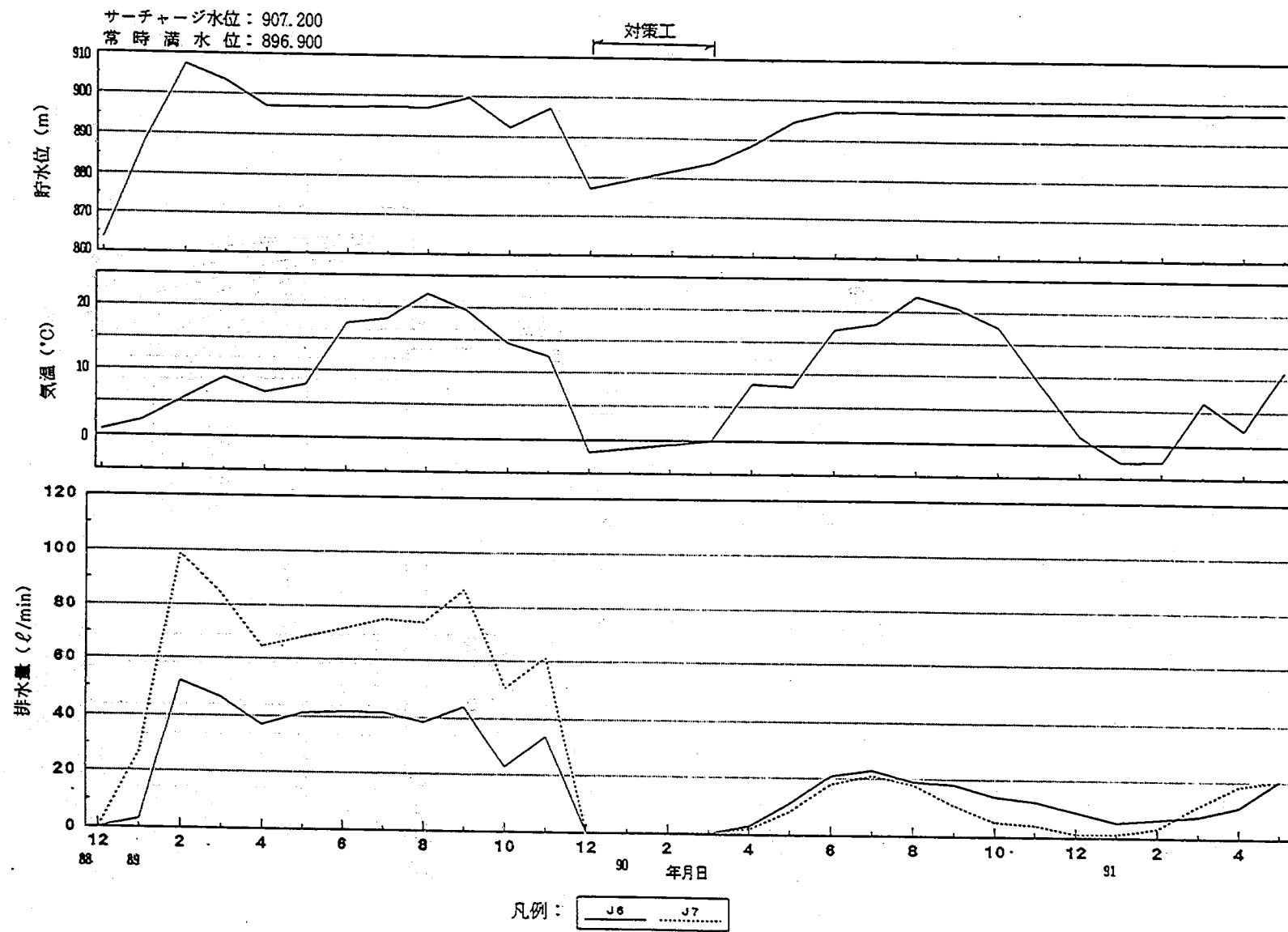


図-5.32 Wダムの継目排水量の経時変化

(事例-14)

Yダムでは、前掲の図-2.17に示すように横継目の主、副止水板の間に予めジョイントグラウティング用の配管を施しておき、試験湛水前にジョイントグラウティングを実施している。しかし、試験湛水中のサーチャージ水位において全体で約200  $\ell$ /minの継目排水が観測されており、そのうちの約95%が越流部であるJ-6~10の横継目（図-5.33参照）で発生した。また、試験湛水中に多量の継目排水が観測されたのはサーチャージ水位時のみである。図-5.34に試験湛水中の貯水位と継目排水孔の排水量の関係を、図-5.35に横継目のジョイントグラウティング用の配管図を示す。図-5.34より、横継目からの排水量は貯水位がEL.185.0m 付近を越えたあたりから急激に増加していることがわかるが、図-5.35より、越流部におけるジョイントグラウティングは止水板の上端であるEL.186.0m 以下までしか施工されていない。したがって、貯水位がジョイントグラウティングの施工範囲より上位になった場合にこの部分から排水が発生したものと考えられる。

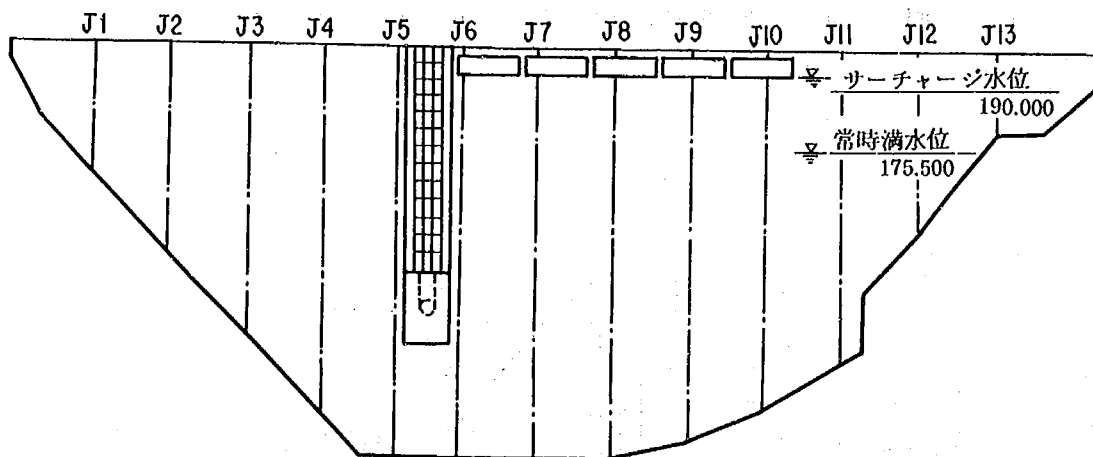


図-5.33 Yダム上流面図

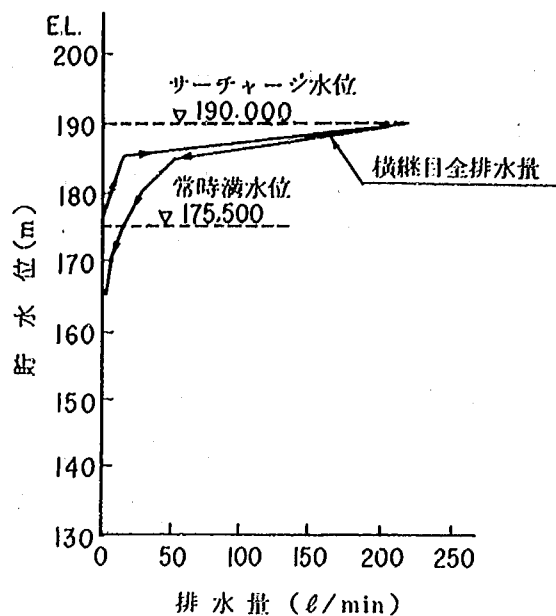


図-5.34 Yダムの試験湛水中の貯水位と継目排水量の関係

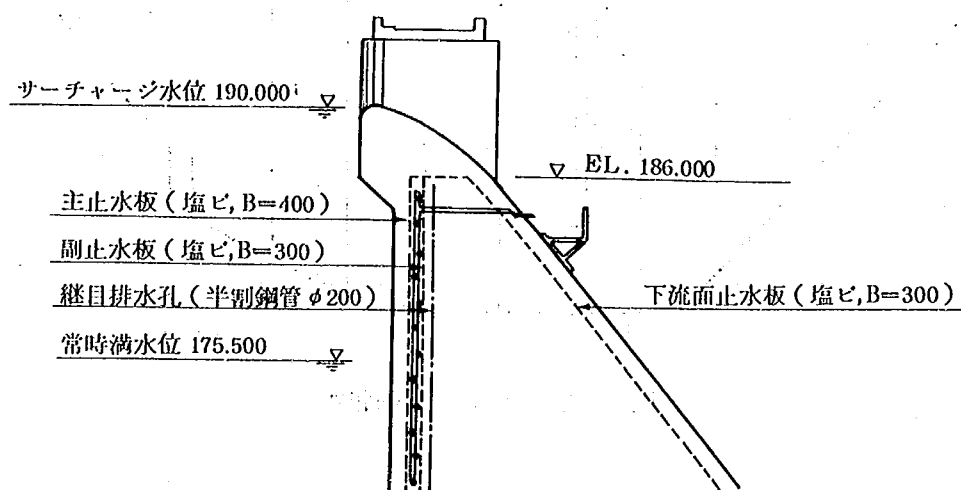


図-5.35 Yダムの横継目のジョイントグラウチング配管図

(事例-15)

ABダムでは、試験湛水中の最高水位において継目排水孔1孔あたり最大で約38ℓ/min、全体で約418ℓ/minの排水量が観測された。このため、堤体上流面から水中施工でコーキングを実施している。その結果、現在の継目排水量は全体で約15ℓ/minに軽減されている。しかし、この際の貯水位は常時満水位よりも約6m低い水位であり、また、対策後の排水量の経時変化も詳しい資料がないため、対策工の効果は確認できない。

以上に述べた対策工とその効果についてまとめると、図-5.36に示すように、対策工の効果が現れたダムが7ダム、対策工の効果が見られないダムが4ダム、効果が確認されていないダムが4ダムとなっており、継目排水孔からの排水量を貯水池の湛水後に軽減することは必ずしも容易でないことがわかる。なお、対策工の種類別にその効果を示すと図-5.37のようになり、グラウチングが比較的有効な方法であるといえる。ただし、Hダムのようにジョイントグラウチングを実施しても継目排水孔から多量の排水量が観察されることもあり、その効果は必ずしも確実なものとはいえない。

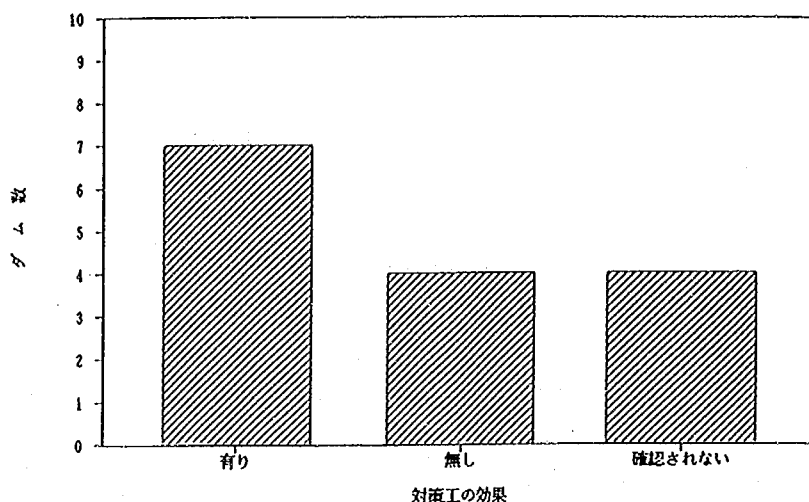


図-5.36 対策工の効果の分類

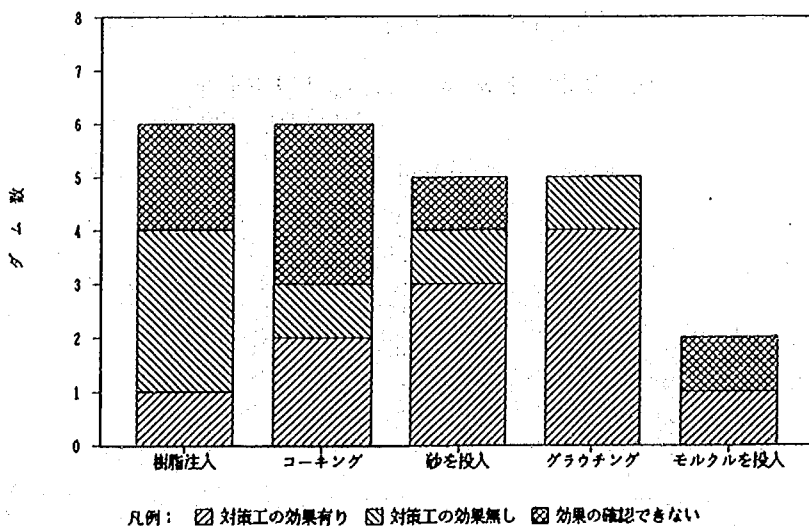


図-5.37 対策工の種類別の効果

### 5.3. 湛水後の経過時間に伴う継目排水孔からの排水量の変化

図-5.38は、試験湛水中の常時満水位における継目排水孔からの排水量と現在の常時満水位における継目排水孔からの排水量を比較したものである。なお、図中、●で示したダムは継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工を実施したダムである。図によれば、ほとんどのダムにおいて継目排水孔からの排水量は時間の経過とともに少なくなっており、排水経路に目詰まりが生じていることがわかる。ただし、このような排水量の低下は必ずしも大きなものではないことから、この目詰まりに多くを期待することは難しいといえる。

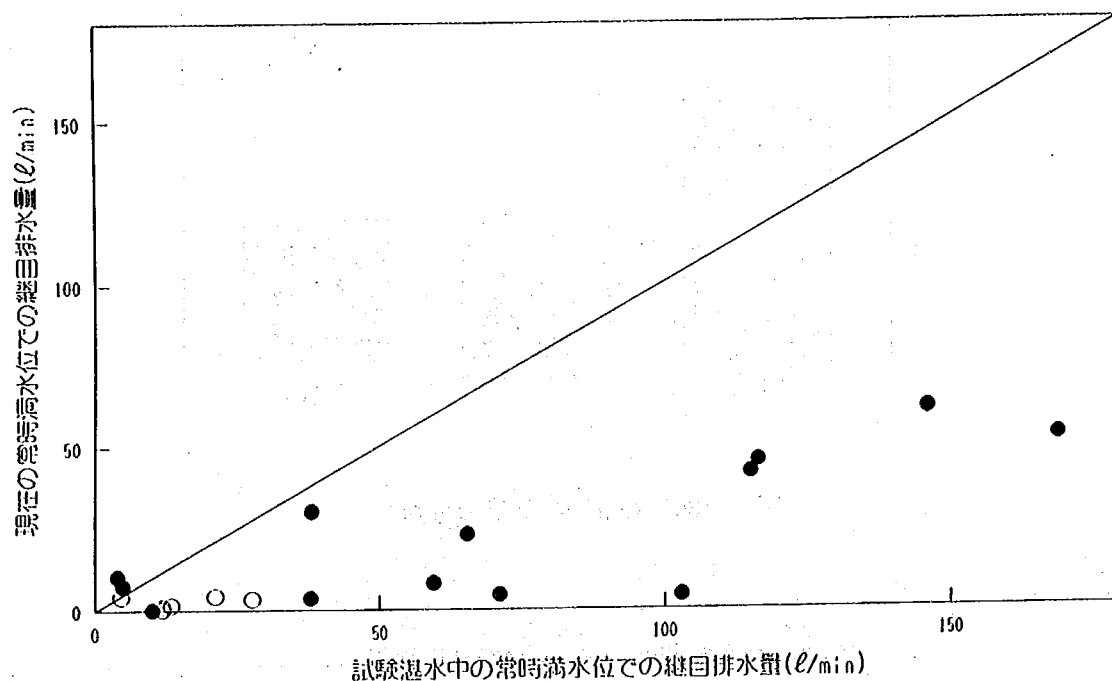


図-5.38 各水位における継目排水量

#### 5.4. 考察

以上の調査結果によれば、貯水池の湛水後に、継目排水孔に流れる貯水の流入経路を明らかにし、これを処理するという事は極めて難しいことがわかった。したがって、継目排水孔からの排水量を軽減するためには、湛水後にこれを処理するのではなく、確実な施工によって確実な継目止水工を設置することが大切である。なお、貯水の継目排水孔への流入経路を調査するにあたっては、各ダムで色々と努力されているが、図-5.39のように貯水位と継目排水孔の排水量の相関関係を整理しておくことが有効である。すなわち、貯水位が継目排水孔への流入口よりも高くなると継目排水孔からの排水量が急増すると考えれば、図の変曲点で表わされる標高が貯水の流入標高になる。したがって、このような標高を中心に調査を実施すれば、より効率的に流入経路を特定できるものと考えられる。また、図-5.40のように通廊が数段にわたって設置されているような場合には、図の(b)のように継目排水孔を連続させない方が貯水の流入経路を特定する上で有効になると考えられる。

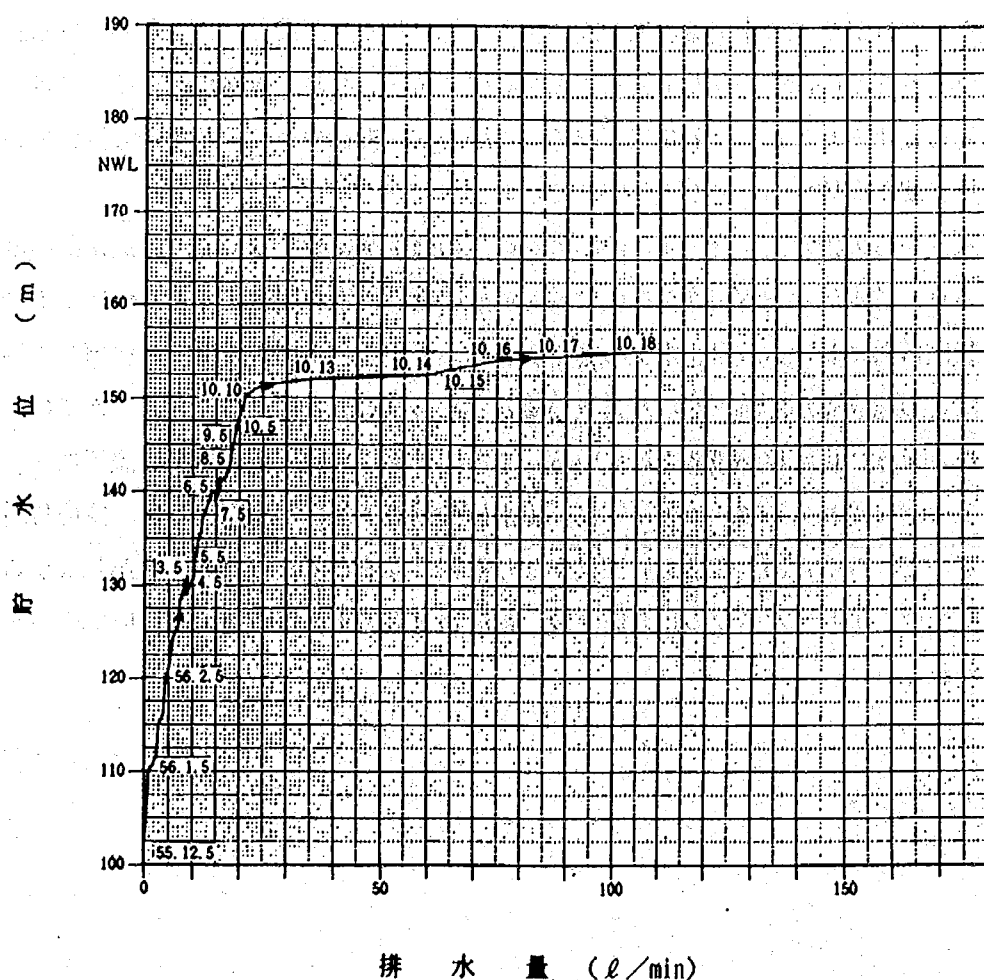


図-5.39 貯水位と縫目排水量の相関

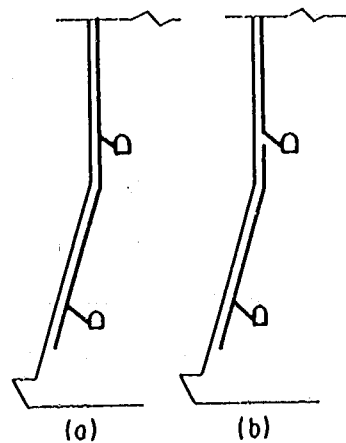


図-5.40 継目排水孔の配置例

一方、継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工の確実性は必ずしも高くはない。対策工の中には十分な効果が現れているものもあるが、あまり効果が見られないものもある。この中で、横継目へのジョイントグラウチングは対策工の中で確実性が高いように思われる。ただし、このためには横継目に予めジョイントグラウチング用の配管を施しておくことが必要である。なお、横継目やクラックは堤体の温度によってその開度を変化させるから、対策工を実施する場合には継目やクラックが最も開いていると考えられる冬期から早春期に実施することが有効であると考えられる。

また、継目排水孔からの排水量を軽減するための対策工の事例を紹介する中で、越流頂部の継目止水工の設計に問題があり、貯水位が越流頂部付近になると多量の継目排水が発生するダムが数ダム見受けられた。図-5.41に越流頂部における継目止水工の施工例を示している。I ダムでは、越流頂の天端と止水板の設置位置の上限との標高差が2.5mとかなり大きい値と考えられる。ACダム、AAダムでは、越流頂部に限りなく近づけるように止水板が設置されている。また、Pダムでは、止水板を越流頂部まで確実に設置されるような工夫がなされている。このように、止水板を越流頂部まで施工すると、狭い打設ヤードを止水板で遮断することになるため、実際の施工はかなり複雑になると考えられる。しかしながら、越流頂部の標高が常時満水位と等しくなるダムにおいては、越流頂付近の止水板の施工について何らかの工夫が必要であると思われる。

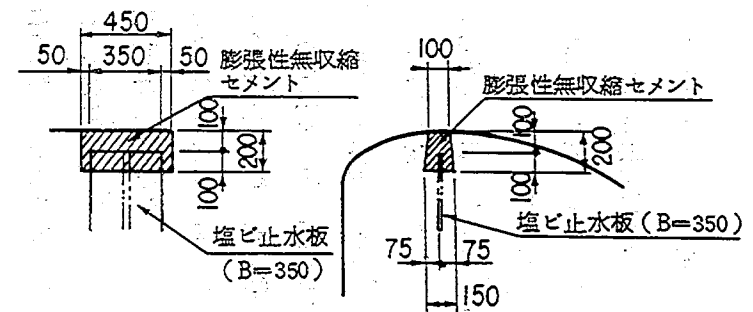
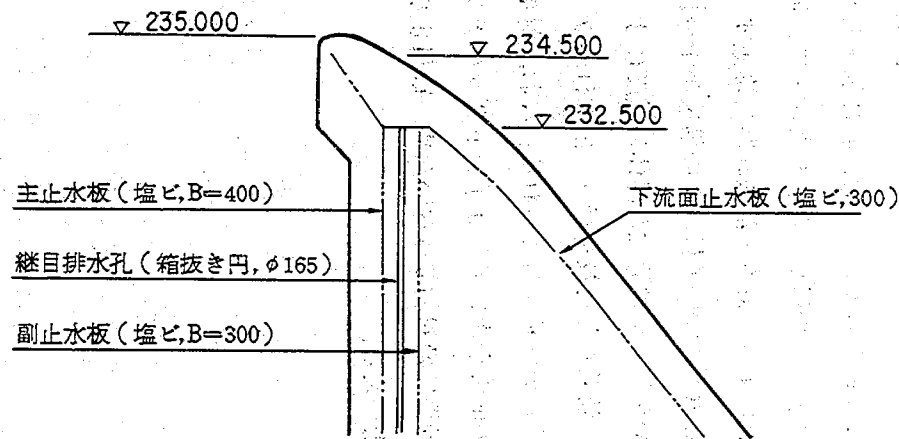
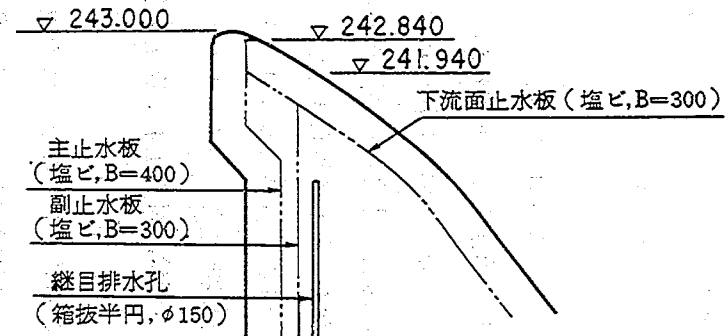
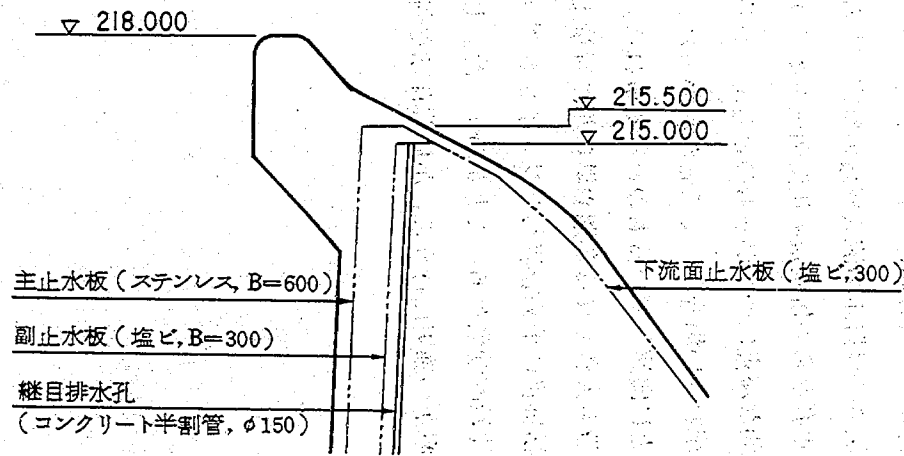


図-5.41 越流頂部における継目止水工の施工例

## 6. ま と め

本調査では、昭和60年度から平成元年度にかけて試験湛水を実施した建設省所管の45ダムに対して「継目止水工の設計、施工方法と継目排水孔からの排水量に関するアンケート調査」を実施し、コンクリートダムにおける継目止水工の設計、施工の実態と継目排水孔からの排水量について検討を加えた。その結果をとりまとめると次のとおりである。

- ① 継目止水工の設計にはダム毎に大きな差があり、その標準的な設計法が確立されていないことがわかった。また、継目止水工の施工方法についてもダム毎に大なり小なりの差があることがわかった。
- ② 次に、継目排水孔からの排水量については、アンケートの対象となった45ダムのうち約半数の20ダムで1孔あたり20ℓ/minを超える排水があることがわかった。しかし、継目排水孔からの排水量の大小は、止水板の位置、止水板の幅などの設計上の因子との関連性が少なく、むしろ継目止水工の施工の良否が継目排水孔からの排水量に影響を与えていることがわかった。また、外部コンクリートの厚さと長期放置ブロックの存在が継目排水孔からの排水量の大小にある程度関連していることがわかった。したがって、コンクリートの打設、養生、打継目処理などにあたっては、継目止水工周辺の施工について特に注意する必要があると思われる。
- ③ 一方、継目排水孔の排水量を軽減するような対策工は、アンケートの対象とした45ダムの約33%にあたる15ダムで実施されているが、まず、継目排水孔に入る貯水の流入経路の調査については多くのダムでかなり苦勞していること、特に湛水したままの状態の調査では貯水の流入経路の特定がかなり難しいことが明らかになった。したがって、貯水位と継目排水孔からの排水量の相関関係を絶えず整理し、これによって貯水の流入経路を推定することが、効果的な調査につながるものと考えられる。
- ④ また、対策工については、その効果が十分に現れる場合と現れない場合があることがわかった。これは継目やクラックの開度が堤体の温度によって変化することに関連しているものと考えられる。したがって、効果的な対策を行うには継目やクラックの開度が最も大きくなる冬期や早春期に対策工を実施することが有利と考えられる。なお、対策工の中では、横継目に予め設置したジョイントグラウチング用の配管を用いてジョイントグラウチングすることが比較的效果があることがわかった。しかし、その効果は絶対的ではないため、継目止水工の施工を丁寧かつ確実に行うことが最も有効な対応策であるといえる。

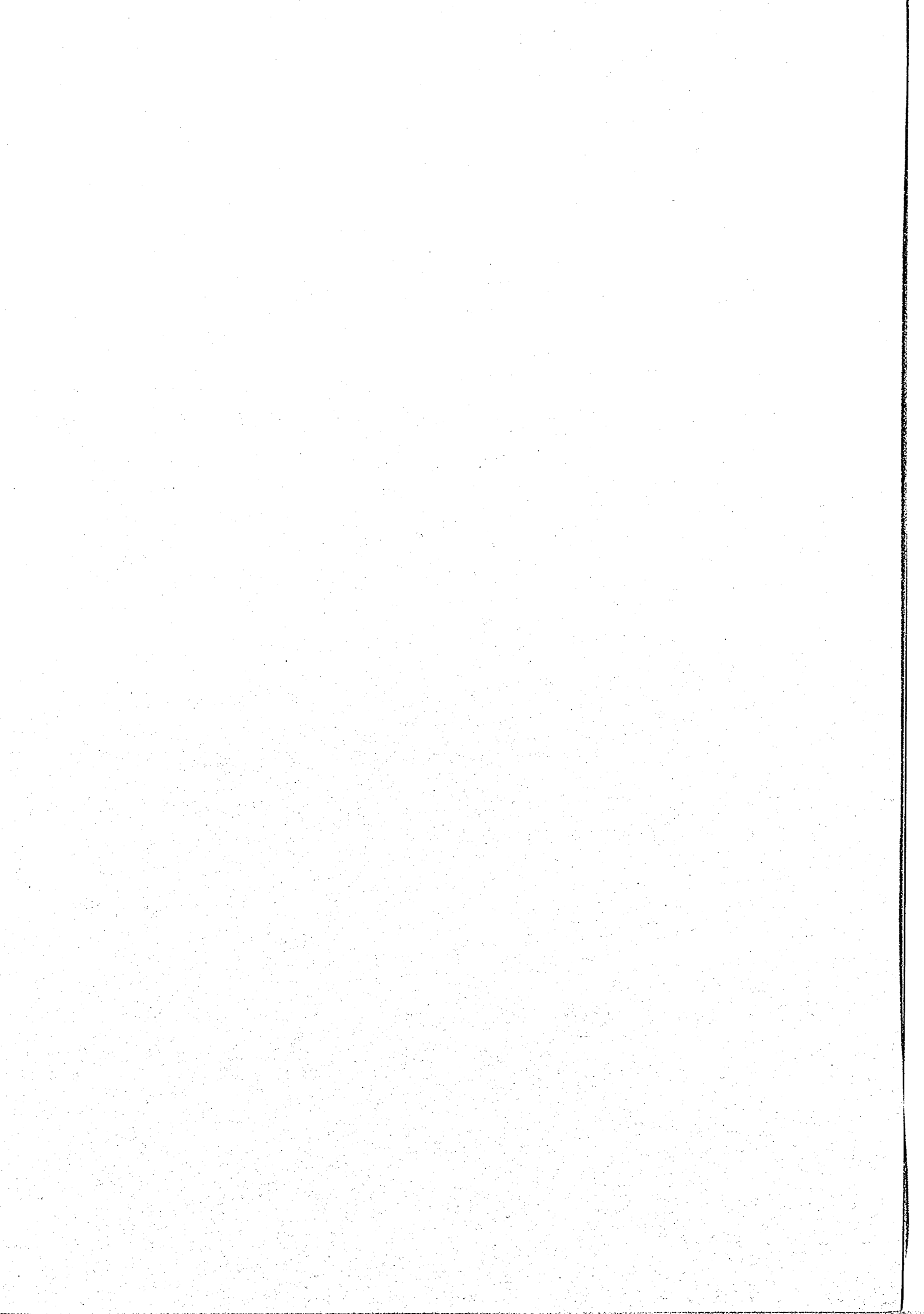
## 謝 辞

本報告書の作成にあたっては、昭和60年から平成元年度に試験湛水を行った建設省、北海道開発局、沖縄開発庁、都道府県が施工した45ダムにアンケートを実施した。ご多忙中の中、アンケートのご回答を頂いた45ダムの諸兄に対し深く感謝の意を表わします。



# 付 属 資 料

|                      |    |
|----------------------|----|
| I. アンケート調査表 .....    | 83 |
| II. 補足アンケート調査表 ..... | 95 |



## 1. ダムの諸元

②型式 ☐重力、☐アーチ、☐複合

④堤頂長 m

⑥天端標高 EL m

|      |    |   |
|------|----|---|
| 最低水位 | EL | m |
|------|----|---|

⑧ダム竣工年月 \_\_\_\_\_ 年      月

⑨試驗灌水期間 開始：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月 ~ 終了：\_\_\_\_\_年\_\_\_\_月

☐従来工法  
☐R C D工法  
☐その他 ( )

下記の図面のコピーを一式提出して下さい。提出図面は□に①を記入して下さい。

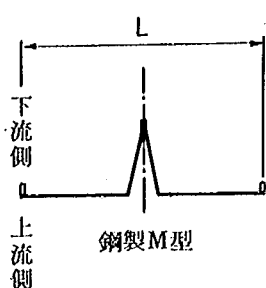
- ① リフトスケジュール……越冬リフトを明記する。RCD工法の場合、RCD打設リフトと従来コンクリート打設リフトの境界を明示すること。
- ② ダム正面図 ……横継目、通廊の配置、継目排水孔の引き出し口、三角堰の位置を明示
- ③ 横継目断面図（越流部） ……上下流面止水板、継目排水孔の配置がわかるもの
- ④ 横継目断面図（非越流部） …… “ ”
- ⑤ 上流面止水工（止水板、排水孔）詳細図（水平断面図）……上流面からの距離を明記
- ⑥ 継目排水孔詳細図 （通廊への引出口部詳細図）
- ⑦ 下流面止水板詳細図（水平断面図） ……下流面からの距離を明記
- ⑧ 止水板着岩部詳細図（平面図、断面図）……岩盤掘削寸法、止水板の埋込み長さを明記

### 3. 止水工の構造

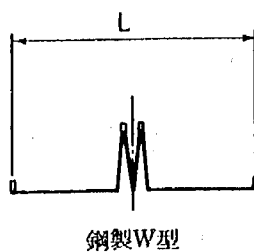
#### 3.1 止水板

止水板の設置位置、材質、寸法等を記入して下さい。

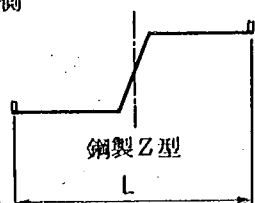
|        |   | 設置位置<br>堤体上(下)流面<br>からの距離(cm) | 止水板材質 | 型名 | 寸法 (cm) |    | メーカー |
|--------|---|-------------------------------|-------|----|---------|----|------|
|        |   |                               |       |    | 埋込長     | 板厚 |      |
| 上流面    | 主 |                               |       |    |         |    |      |
| 止水板    | 副 |                               |       |    |         |    |      |
| 下流面止水板 |   |                               |       |    |         |    |      |



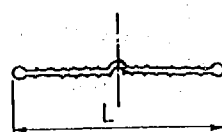
鋼製M型



鋼製W型



鋼製Z型



塩化ビニール製

L:埋込長(全幅)

#### 3.2 継目排水孔

材質の欄には該当するものに○、その他の場合は具体的に記入して下さい。

|       | 上流面から排水孔中心までの距離(cm) | 排水孔材質  |    |    |     | 直径(cm)   |
|-------|---------------------|--------|----|----|-----|----------|
|       |                     | コンクリート | 鋼管 | 塩ビ | その他 |          |
| 継目排水孔 |                     |        |    |    |     | $\phi =$ |

#### 3.3 ジョイントグラウチング

横継目のジョイントグラウチングを実施しましたか？ ☐ YES (実施した) ☐ NO (していない)

#### 4. 止水板周辺の施工方法

止水板周辺の施工方法については、施工当時の担当者でなければよくわからない点もあると思いますので（資料が残っていない場合）わかる範囲でお答え下さい。

以下のアンケートにおいて、選択式回答欄は、該当するものにチェック（☐）をいれて下さい。  
ただし、その他に該当する場合は具体的な方法等を記入して下さい。また、数値記入欄には該当する値を記入して下さい。

#### 4.1 コンクリート打設時の止水板の清掃の程度

- (1) 先行ブロック側  
コンクリート打設時

  - ☐ 付着物・汚れ等を除去し監督員の検査を受ける
  - ☐ 付着物・汚れ等を除去し監督員の検査を受けない
  - ☐ 特別に指示していない
  - ☐ 不明

(2) 後行ブロック側  
コンクリート打設時

  - ☐ 付着物・汚れ等を除去し監督員の検査を受ける
  - ☐ 付着物・汚れ等を除去し監督員の検査を受けない
  - ☐ 特別に指示していない
  - ☐ 不明

(3) R C D工法の埋込み型枠部  
(目地切り部)

  - ☐ 付着物・汚れ等を除去し監督員の検査を受ける
  - ☐ 付着物・汚れ等を除去し監督員の検査を受けない
  - ☐ 特別に指示していない
  - ☐ 不明

#### (4) 注意した点

止水板の清掃にあたり①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら、下欄にお書き下さい。

#### 4.2 コンクリート打設

- (1) 止水板周辺の大玉の除去 ☐ 有・・・除去する大玉の目安；直径\_\_\_\_\_mm以上  
除去方法を具体的に書いて下さい。  
( \_\_\_\_\_ )  
☐ 無

- (2) 止水板周辺の締固め方法 ☐ 棒状バイブレーター（手持ち）  
（複数回答可） ☐ バイブロドーザ，バイバック  
☐ その他（ \_\_\_\_\_ ）

- (3) 外部コンクリートの厚み（水平距離）； \_\_\_\_\_m

#### (4) 注意した点

止水板周辺のコンクリート打設に際して、①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら下欄にお書き下さい。

#### 4.3 打継目面の処理

- (1) 止水板周辺のグリーンカットの方法 ☐ ワイヤブラシ（人力）  
（複数回答可） ☐ エア・ウォータージェット，ハイウォッシャ  
（圧力\_\_\_\_\_kgf/cm<sup>2</sup>）  
☐ サンドブラスト  
☐ その他（ \_\_\_\_\_ ）

- (2) 止水板付近の敷きモルタルの敷均し方法 ☐ ワイヤブラシ（人力）ですり込む  
（複数回答可） ☐ ホイルロードによる敷均し  
☐ 人力による敷均し  
☐ その他（ \_\_\_\_\_ ）

敷きモルタルの厚さ： \_\_\_\_\_cm

(3) 打継目面の養生方法

- ☐ 湛水養生（水深； \_\_\_\_\_ c m）  
☐ 散水養生

(4) 注意した点

打継目面の処理に際して、①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら下欄にお書き下さい。

[ ]

4.4 止水板の接続方法

(1) 接続方法

- ☐ 溶接  
☐ 鋲付  
☐ 融着

(2) 接続部の水密性検査方法

- ☐ 石鹼水をぬり、圧縮空気吹き付け  
☐ その他（ \_\_\_\_\_ ）

(3) 注意した点

止水板の接続方法および検査方法について、①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら下欄にお書き下さい。

[ ]

4.5 止水板・継目排水孔等の建込み方法（RCD工法についてのみ）

RCD工法の場合の止水板・継目排水孔・埋込み型枠の建て込み方法（固定方法）がわかる図面を添付して下さい。

## 5. 越冬打継目面の施工

### 5.1 越冬ブロックの養生方法

- (1) 堤体上流面  
(複数回答可)
- ☐断熱マット
  - ☐温床(電熱)マット
  - ☐何もしない
  - ☐その他( )

- (2) 打設リフト面  
(複数回答可)
- ☐湛水養生
  - ☐断熱マット
  - ☐温床(電熱)マット
  - ☐砂
  - ☐その他( )

(3) 注意した点

越冬ブロックの養生方法について、①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら下欄にお書き下さい。

### 5.2 越冬打継目面の表面処理

- (1) 表面処理の方法  
(複数回答可)
- ☐モータースーパー、ポリシャー
  - ☐エア・ウォータージェット、ハイウォッシャ(圧力 \_\_\_\_\_ kgf/cm<sup>2</sup>)
  - ☐サンドブラスト
  - ☐チップング(はつり機)

(2) 注意した点

越冬打継目面の表面処理に際して、①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら下欄にお書き下さい。

### 5.3 越冬打継目面の水平止水板

水平止水板を設けていますか？ ☐ Yes (設けている)  
☐ No (設けていない)

Yesの場合は、設置場所、材質等についてお答え下さい。

(1) 設置場所；  
(複数回答可) ☐ 越冬面のみに設置  
☐ 越冬面より上のリフトにも設置  
☐ 越冬面より下のリフトにも設置

(2) 位置；堤体上流面からの距離 ( \_\_\_\_\_ cm)

(3) 水平止水板の材質 ☐ 塩ビ  
☐ 銅板  
☐ ステンレス板  
☐ 接着剤  
☐ その他 ( \_\_\_\_\_ )

(4) 水平止水板の建込み方法  
建込み方法がわかる 図面を添付して下さい。

(5) 水平止水板と横継ぎ目止水板との接続方法  
具体的な接続方法を書いて下さい。図面があれば添付して下さい。

(6) 注意した点

水平止水板の設置に際して、①注意した点、②工夫・改良した点等がありましたら  
下欄にお書き下さい。

## 6. 継目漏水の状況

### 6.1 最高水位時の継目漏水

試験湛水期間中の最高水位時の継目別漏水実態を記入して下さい。一つのジョイントにつき継目排水孔引出口が上下二段ある場合は各々の値を記入して下さい。一ヶ所の場合は上段の欄に値を記入して下さい。

測定日 年 月 日 ; 貯水位 EL. m

| Joint名          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |   |   |   |   |   |   |   |

| Joint名          | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |    |    |    |    |    |    |    |

| Joint名          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |    |    |    |    |    |    |    |    |

### 6.2 常時満水位の継目漏水

常時満水位における継目別漏水の最大値について現在の状況を記入して下さい。

測定日 年 月 日 ; 貯水位 EL. m

| Joint名          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |   |   |   |   |   |   |   |

| Joint名          | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |    |    |    |    |    |    |    |

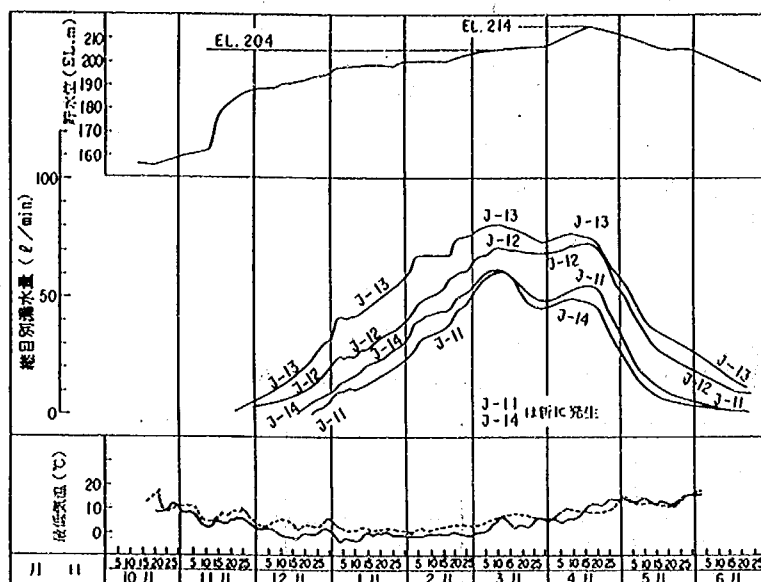
| Joint名          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |    |    |    |    |    |    |    |    |

### 6.3 継目漏水と貯水位の関係

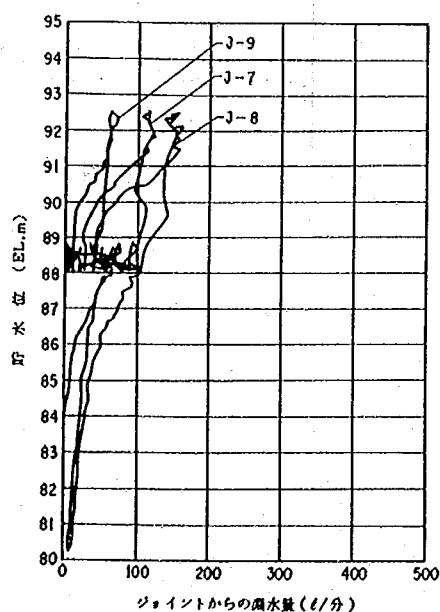
常時満水位時に1孔当たりの継ぎ目漏水量の最大値が10ℓ/minを越える継目排水孔について

- ① 継目別漏水量と貯水位の経時変化を表したグラフ（図－1 参照）
- ② 継目別漏水量と貯水位の相関グラフ（図－2 参照）

を提出してください。



図－1 Cダムの継目別漏水量の経時変化



図－2 Dダムの貯水位と継目別漏水量の関係

## 7. 漏水位置の調査

漏水が多い場合、その漏水位置の調査を実施しましたか？

- ☐ YES (実施した)  
☐ NO (していない)

YESの場合は、その調査方法と結果（漏水の位置）について書いて下さい。

(1) 実施時期； \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月

(2) 調査方法  
(複数回答可)

- ☐ ① トレーサー
 ☐ 着色液（着色剤名； \_\_\_\_\_ )  
☐ 食塩水  
☐ その他（ \_\_\_\_\_ )  
☐ ② 潜水夫による観察  
☐ ③ 水中テレビカメラによる観察  
☐ ④ その他（ \_\_\_\_\_ )

(3) 調査結果

調査で判明した漏水浸入箇所のジョイント名と、漏水位置の標高を記入して下さい。

|           |  |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|--|
| 漏水ジョイント名  |  |  |  |  |  |
| 漏水標高 EL m |  |  |  |  |  |

|           |  |  |  |  |  |
|-----------|--|--|--|--|--|
| 漏水ジョイント名  |  |  |  |  |  |
| 漏水標高 EL m |  |  |  |  |  |

## 8. 漏水対策

補修工事等の漏水対策を行いましたか？ ☐ YES (実施した)  
☐ NO (何もしていない)

YESの場合は、対策の方法とその結果（効果）についてお答え下さい。

(1) 実施時期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月

(2) 実施場所 ; Joint名 \_\_\_\_\_

- (3) 対策方法  
(複数回答可)
- ☐ ①貯水池の上流面に砂を投入して目詰まりさせる
  - ☐ ②貯水池の上流面にモルタルを投入      “
  - ☐ ③上流面から ☐ 水位を下げて ☐ 水中施工で      樹脂注入……注入材料の種類 (      )
  - ☐ ④上流面から ☐ 水位を下げて ☐ 水中施工で      コーキング……コーキング材の種類 (      )
  - ☐ ⑤グラウチング…注入孔の施工方法
    - ☐ 継目排水孔を利用
    - ☐ 予めグラウト配管
    - ☐ 新たにボーリング
  - ☐ ⑥その他 (      )
- グラウト注入地点 ☐ ギャラリーからの注入  
☐ 天端から注入

(4) 漏水対策を施したジョイントについて、漏水対策を実施した前後の継目別漏水量の変化がわかるグラフを提出して下さい

- ① 継目別漏水量と貯水位の経時変化を表したグラフ（前述の図－1 参照）
- ② 継目別漏水量と貯水位の相関グラフ（前述の図－2 参照）

## 9. 意見欄

コンクリートダム の 継目漏水をふせぐために、現在の設計・施工法のどのような点を改良すれば良いとお考えですか。ご意見がありましたらご自由にお書き下さい。

☆以上でアンケートを終了いたします。ご協力ありがとうございました。

## Ⅱ. 補足アンケート調査表

### ☆施工時の記録

#### ① 打設時期

開始：\_\_\_\_年\_\_\_\_月 ～ 終了：\_\_\_\_年\_\_\_\_月

#### ② 越冬（打設中断）の有無

- ☐ 有  
☐ 無

#### ③ 打設記録

月別打設量を記録したものを提出して下さい。

- ☐ 提出します  
☐ 資料が無く提出できません

#### ④ 施工業者名 \_\_\_\_\_

## 1. 試験湛水中の継目漏水の状況

### 1.1 試験湛水期間

開始：\_\_\_\_年\_\_\_\_月 ~ 終了：\_\_\_\_年\_\_\_\_月

### 1.2 試験湛水中の最高水位時の継目漏水

- ☐ 貴ダムから既に回答を得ていますので、質問 1.3 (P ) に進んで下さい。
- ☐ 貴ダムからの回答に不明な点がありますので、改めて回答をお願いします。
- ☐ 今回、新たに回答をお願いします。

【質問】 試験湛水期間中の最高水位における継目漏水量について記入して下さい。

(a) 試験湛水中に各ジョイント毎に継目漏水を測定していますか。

☐ している

☐ していない

(b-1) 質問(a)で「している」と答えた場合：

下表に試験湛水時の最高水位における漏水状況を記入して下さい。

測定日：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日 貯水位： EL. \_\_\_\_\_m

| Joint名          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |   |   |   |   |   |   |   |

| Joint名          | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |    |    |    |    |    |    |    |

| Joint名          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |    |    |    |    |    |    |    |    |

〔注〕 1つのジョイントに上下2段の継目排水孔がある場合には、それぞれの値を記入して下さい。1つの継目排水孔しかない場合には、上の欄に記入して下さい。

(b-2) 質問(a)で「していない」と答えた場合：

下表に試験湛水時の最高水位における漏水状況を記入して下さい。

併せて、三角堰の位置のわかる図面のコピーを提出して下さい。

測定日：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日 貯水位： EL. \_\_\_\_\_m

| 三角堰(No.) | 設置標高  | 集水されるブロック番号 | 漏水量(l/min) |
|----------|-------|-------------|------------|
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |

### 1.3 試験湛水中の常時満水位時の継目漏水

【質問】 試験湛水期間中の常時満水位における継目漏水量について記入して下さい。

〔注〕 試験湛水中の常時満水位は、水位上昇時と水位下降時の2回（または3回以上）経験していると思いますが、全漏水量が最も多かった時期について記入して下さい。

(a-1) 各ジョイント毎に漏水量を測定している場合：

下表に試験湛水時の常時満水位において全漏水量が最大であった時点の漏水状況を記入して下さい。

測定日： 年 月 日 貯水位： EL. m

| Joint名          | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |   |   |   |   |   |   |   |

| Joint名          | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |    |    |    |    |    |    |    |

| Joint名          | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |    |    |    |    |    |    |    |    |

〔注〕 1つのジョイントに上下2段の継目排水孔がある場合には、それぞれの値を記入して下さい。1つの継目排水孔しかない場合には、上の欄に記入して下さい。

(a-2) 各ジョイント毎に漏水量を測定していない場合：

下表に試験湛水時の常時満水位において全漏水量が最大であった時点の漏水状況を記入して下さい。

併せて、三角堰の位置のわかる図面のコピーを提出して下さい。

測定日： 年 月 日 貯水位： EL. m

| 三角堰(No.) | 設置標高  | 集水されるブロック番号 | 漏水量(l/min) |
|----------|-------|-------------|------------|
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |
|          | EL. m | B L. ~ B L. |            |

## 2. 漏水位置の調査

- ☐ 貴ダムから既に回答を得ていますので、質問(c)、(d)の回答をお願いします。
- ☐ 貴ダムからの回答に不明な点がありますので、改めて回答をお願いします。
- ☐ 今回、新たに回答をお願いします。

【質問】 試験湛水期間中の継目漏水の原因について記入して下さい。

(a) 継目漏水箇所について、その漏水位置の調査を実施しましたか？

- ☐ 実施した                      ☐ 実施していない

(b) 質問(a)で「実施した」と答えた場合、その調査方法と結果について記入して下さい。  
質問(a)で「実施していない」と答えた場合、質問(c)に進んで下さい。

(b-1) 実施時期： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月

- (b-2) 調査方法 (複数回答可)
- |                                          |                                             |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ① トレーサー         | <input type="checkbox"/> 着色液 (着色剤名； _____ ) |
|                                          | <input type="checkbox"/> 食塩水                |
|                                          | <input type="checkbox"/> その他 ( _____ )      |
| <input type="checkbox"/> ② 潜水夫による観察      |                                             |
| <input type="checkbox"/> ③ 水中テレビカメラによる観察 |                                             |
| <input type="checkbox"/> ④ その他 ( _____ ) |                                             |

(b-3) 調査で判明した漏水浸入箇所のジョイント名と、漏水位置の標高を記入して下さい。

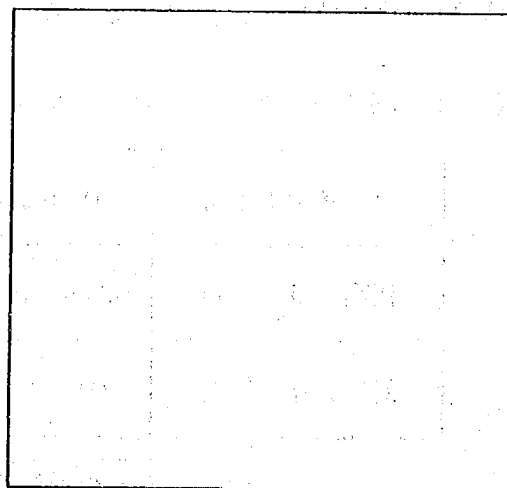
|            |  |  |  |  |  |
|------------|--|--|--|--|--|
| 漏水ジョイント番号  |  |  |  |  |  |
| 漏水標高 EL. m |  |  |  |  |  |

(c) 漏水箇所について、その漏水の原因として考えられるものがありましたらお書き下さい。

|       |
|-------|
| <hr/> |
| <hr/> |
| <hr/> |
| <hr/> |

(d-1) トレーサーによる漏水位置の調査を行った場合、その具体的な方法（特に、漏水浸入箇所を特定した方法）、装置の概略図について記述して下さい。

|       |
|-------|
| <hr/> |
| <hr/> |
| <hr/> |
| <hr/> |
| <hr/> |
| <hr/> |



装置の概略図

(d-2) トレーサーによる調査方法について、関連する資料（調査計画書等）がありましたら、送付して下さい。

☐ 資料送付

☐ 資料なし

### 3. 漏水対策

- ☐ 貴ダムから既に回答を得ていますので、質問(c)、(d)の回答をお願いします。
- ☐ 貴ダムからの回答に不明な点がありますので、改めて回答をお願いします。
- ☐ 今回、新たに回答をお願いします。

【質問】 継目漏水に対して行った対策工について記入して下さい。

(a) 補修工事等の漏水対策を行いましたか？

- ☐ 実施した                      ☐ 実施していない

(b) 質問(a)で「実施した」と答えた場合、対策の方法と結果についてお答え下さい。

(b-1) 実施時期 \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月 ~ 終了： \_\_\_\_\_ 年 \_\_\_\_\_ 月

(b-2) 漏水対策の実施箇所について下表に記入して下さい。

|          |           |  |  |  |  |
|----------|-----------|--|--|--|--|
| ジョイント番号  | (例) J-5   |  |  |  |  |
| 標高 EL. m | EL100~109 |  |  |  |  |
| 対策方法 [注] | ④-1       |  |  |  |  |

[注] 各々の対策箇所に該当する対策方法を次頁の質問(b-3)から選んで番号を記入して下さい。

- ☐①貯水池の上流面に砂を投入して目詰まりさせる
- ☐②貯水池の上流面にモルタルを投入
- ☐上流面から
  - ☐③-1. 水位を下げて
  - ☐③-2. 水中施工で樹脂注入
- ☐上流面から
  - ☐④-1. 水位を下げて
  - ☐④-2. 水中施工でコーキング
- ☐グラウチング
  - ☐⑤-1. 継目排水孔を利用
  - ☐⑤-2. 予めグラウト配管
  - ☐⑤-3. 新たにギャラリーからボーリング
  - ☐⑤-4. 新たに天端からボーリング
- ☐⑥その他

☐ 樹脂注入 …………… 材料の種類 ( )

☐ コーキング …………… 材料の種類 ( )

☐①施工位置図・・・漏水対策を施した箇所を明示  
☐②施工詳細図・・・漏水対策の詳細な施工図  
☐③仕様書・・・漏水対策を実施する際の工事仕様書  
☐④施工計画書・・・漏水対策を実施する際の工事施工計画書  
☐⑤ネガ・・・漏水対策の工事状況写真のネガ

□⑥写真・・・漏水対策の工事状況写真

\* 返却 ☐ 要 ☐ 不要

(d) 継目漏水対策を実施した前後各1ヶ月間程度の漏水量を記録した日報(表-1 参照)を提出して下さい。

[注] 実施時期が数回ある場合、実施時期毎に提出して下さい。

○ 各ジョイント毎に漏水量を測定している場合：

漏水対策を施したジョイントについて記入して下さい。

○ 各ジョイント毎に漏水量を測定していない場合：

漏水対策を施したジョイントからの漏水が通過する三角堰について記入して下さい。

表-1 漏水量測定記録

| 測定年月日      | 外気温 | 貯水位 | 漏水量 (l/min) |     |      |      |      |      |    |
|------------|-----|-----|-------------|-----|------|------|------|------|----|
|            |     |     | J 1         | J 2 | .... | J 10 | J 11 | .... | 合計 |
| 対策前<br>1ヶ月 |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
| 対策期間       |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
| 対策後<br>1ヶ月 |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |
|            |     |     |             |     |      |      |      |      |    |

## 4. 現在の継目漏水の状況

### 4.1. 現在の常時満水位における継目漏水

- ☐ 貴ダムから既に回答を得ていますので、質問5.（P     ）に進んで下さい。
- ☐ 貴ダムからの回答に不明な点がありますので、改めて回答をお願いします。
- ☐ 今回、新たに回答をお願いします。

【質問】 最も最近（漏水対策を施したダムは対策実施後の期間に限る）、常時満水位に達した時点における継目漏水量について記入して下さい。

(a) 現在、各ジョイント毎に継目漏水を測定していますか。

☐ している

☐ していない

(b-1) 質問 (a) で「している」と答えた場合：

現時点での常時満水位における漏水状況を記入して下さい。

[注] (1)現時点とは、概ね過去1年程度の期間と考えて下さい。ただし、継目漏水対策工を実施している場合には、対策工実施後の期間に限って下さい。

(2)このうち、水位がほぼ常時満水位であり、かつ全継目漏水量が最大であった時点の漏水量について記入して下さい。

(3)なお、判断に困ったときは土木研究所の担当者までお問合わせ下さい。

測定日：\_\_\_\_年\_\_\_\_月\_\_\_\_日 貯水位：EL. \_\_\_\_\_m

| J o i n t 名     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |   |   |   |   |   |   |   |

| J o i n t 名     | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
|-----------------|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |   |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |   |    |    |    |    |    |    |    |

| J o i n t 名     | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|-----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 継目漏水量(l/min);上段 |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 継目漏水量(l/min);下段 |    |    |    |    |    |    |    |    |

[注] 1つのジョイントに上下2段の継目排水孔がある場合には、それぞれの値を記入して下さい。1つの継目排水孔しかない場合には、上の欄に記入して下さい。

(b-2) 質問 (a) で「していない」と答えた場合：

誠に申し訳ありませんが、各ジョイント毎の漏水量を測定し、上の表に現時点の漏水量を記入して下さい。水位は常時満水位でなくても結構です。

## 5. 継目漏水と貯水位の関係

- ☐ 貴ダムから既に回答を得ていますので、結構です。
- ☐ 貴ダムからの回答に不明な点がありますので、改めて回答をお願いします。
- ☐ 今回、新たに回答をお願いします。

(a-1) 試験湛水中に各ジョイント毎に継目漏水量を測定している場合：

試験湛水期間中の最高水位時に 1 孔当たりの継目漏水量の最大値が  $20 \text{ } \mu\text{L}/\text{min}$  を越えた継目排水孔 がありますか。

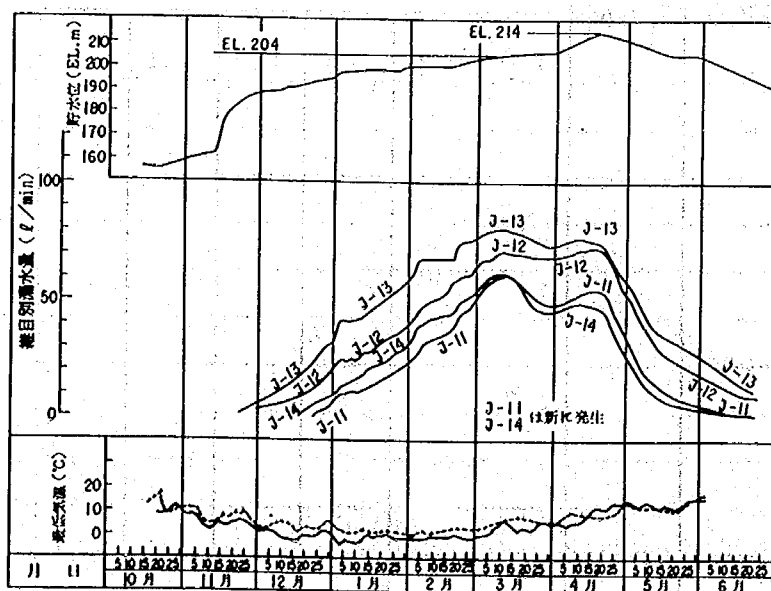
- ☐ ある                      ☐ ない

(a-2) 質問(a-1)であると答えた場合、下記のものを提出して下さい。

①  $20 \text{ } \mu\text{L}/\text{min}$  を越えた継目排水孔について、試験湛水開始から現在までの継目別漏水量と貯水位の経時(年)変化を表したグラフ (図-1 参照)

[注] グラフがない場合、各月の最初の測定日の漏水量を記録して提出して下さい (表-2 参照)。

②  $20 \text{ } \mu\text{L}/\text{min}$  を越えた継目排水孔について、試験湛水期間中における継目別漏水量と貯水位の相関を示すグラフ (図-2 参照)



⇒ 現在までの状況を  
記入して下さい

図-1 Cダムの継目別漏水量の経時変化

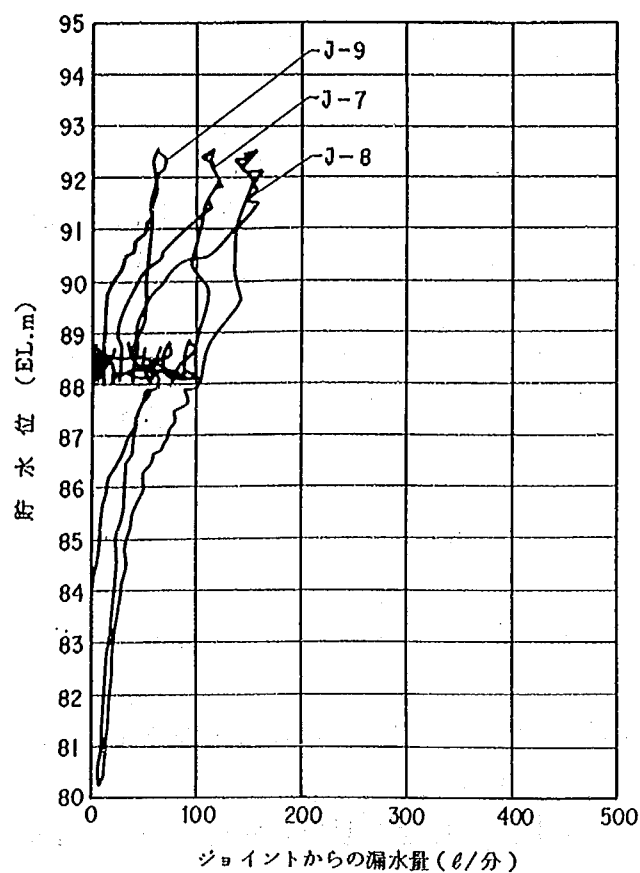


図-2 Dダムの貯水位と継目別漏水量の関係

表-2 漏水量測定記録

試験湛水期間

現在までの  
状況を記入 ⇒

| 測定年月日      | 外気温 | 貯水位 | 漏 水 量 (ℓ/min) |     |      |      |      |      |    |
|------------|-----|-----|---------------|-----|------|------|------|------|----|
|            |     |     | J 1           | J 2 | .... | J 10 | J 11 | .... | 合計 |
| s 62.10. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| s 62.11. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| :          |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| :          |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| s 63. 2. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| s 63. 3. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| s 63. 4. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| s 63. 5. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| :          |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| :          |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| H. 3. 5. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |
| H. 3. 6. 1 |     |     |               |     |      |      |      |      |    |

(b-1) 試験湛水中に各ジョイント毎に継目漏水量を測定していない場合；

試験湛水期間中の最高水位時に三角堰での総漏水量が100ℓ/minを越えた記録がありますか。

☐ ある

☐ ない

(b-2) 質問(b-1)であると答えた場合、下記のものを提出して下さい。

① 試験湛水開始から現在までの各三角堰の漏水量と貯水位の経時(年)変化を表したグラフ

[注] (1) 図-1を参考に各三角堰のデータを記入したものを提出して下さい。

(2) グラフがない場合、表-2を参考に各月の最初の測定日の各三角堰での漏水量を記録して提出して下さい。

② 試験湛水期間中における各三角堰の漏水量と貯水位の相関グラフ

[注] 図-2を参考に各三角堰のデータを記入したものを提出して下さい。

☆以上でアンケートを終了いたします。ご協力ありがとうございました。

コンクリートダムにおける継目止水工  
の設計・施工と継目排水孔からの  
排水量に関する実態調査

ISSN 0386-5878

土木研究所資料第3054号

平成4年3月(1992年)

ダム部ダム構造研究室

永山 功 渡辺和夫 菊永和久

要 旨

本報文は、コンクリートダムにおける継目止水工の設計・施工と継目排水孔からの排水量に関する実態を把握するため、アンケート調査を実施した結果についてとりまとめ、その結果を基に、継目止水工の設計・施工の留意点について考察を加えたものである。

キーワード：コンクリートダム、横継目、止水板、継目排水孔、排水量

郵便はがき

41円切手  
をはって  
下さい

305-□□

建設省土木研究所  
ダム構造研究室 御中

茨城県つくば市旭一番地

No. \_\_\_\_\_

No. \_\_\_\_\_

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 3054 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属(住所)

氏 名 印

土木研究所資料第3054号

