

## 堤防の漏水防止工法について

福 岡 正 巳\*  
座 親 勝 喜\*\*

## は し が き

堤防の漏水対策については、古くからいろいろ考案されて来た。その中には成功したものもあれば、失敗に終わったものもある。どのような場合に成功し、失敗の原因は何であるかを究明することは、新しい対策工法を立案する上に非常に参考となる。ここでは建設省管内に実施されている漏水対策工法に関し概要を述べ、漏水の原因、対策工法、調査などについてとりまとめた。

## 1. 漏水の原因

漏水をその生ずる場所によって分けると、堤体におけるものと基礎地盤におけるものとなる。

## (1) 堤体を通しての漏水

- a. 土質の透水性が大
- b. 可溶性物質、有機物などを多く含んでいて浸透水によって洗い流される場合
- c. コウ水継続時間に比し堤防断面が小さい場合
- d. 締固めが不十分
- e. 材料の混合不良で通水路が連絡している場合

## (2) 基礎を通しての漏水

- a. 基礎地盤に透水層のある場合
- b. 工事の際、河川を締切りその上に築堤した場合
- c. 近くに湖、沼、水路などがある場合
- d. 河水の洗掘作用により透水層が曝露された場合
- e. 裏斜面先で土取を行い、または水路を設けるなどの工事により透水層を露出させるか、被覆層をきわめて薄くした場合
- f. 河床上昇による場合
- g. 地盤沈下により堤防基礎が下った場合

## 2. 調 査

漏水は以上述べたようないろいろな場合に生ずるが、その状態を的確に調査することはなかなか困難である。漏水があるかどうかは出水時の堤内地の状況を調べれば容易に知ることができる。堤内地の土がうんできたり、井戸や池などの水位が上昇してきたり、斜面先に水が出てきたりするとそこに漏水が起っていることになる。

## (1) 予備調査

\* 工学博士 建設省土木研究所砂防研究室長

\*\* 建設省土木研究所砂防研究室

- a. 文献しゅう集、現地の踏査を行い、原因の所在に對し見当をつける。
- b. 貫入棒、上総掘、ボーリングなどにより堤体及び基礎の土質の概要を調べる。

## (2) 現場試験

- a. 現場透水試験      b. 地下水位と水質の調査
- c. 透水流量調査      d. 水脈調査

## (3) 試料採取

透水層のサンプルはできれば自然状態のままのものを、他のサンプルも自然状態のままのものを採取

## (4) 室内試験

- a. 透水試験      b. 浸水崩壊試験

## (5) コウ水時の観測

間デキ水圧計、流量計を設置しておきコウ水時に観測する。

## (6) 資料整理

- a. 観測結果をとりまとめ、原因を明らかにする。
- b. 流線網をえがき漏水状況を明らかにする。
- c. 対策の立案と工法の比較検討

なお調査の詳細については建設省河川砂防技術基準参照のこと。

## 3. 対策工法

(1) 堤体に対して行うもの（括弧内はその工法を採用した河川名）

- a. 表腹付、裏腹付（利根川、淀川、吉野川、信濃川）  
表小段（遠賀川、利根川、木曾川）裏小段の設置（吉野川、鳴瀬川、筑後川、利根川、木曾川、矢作川、淀川）を行い堤防断面の増大を図る。
- b. 表斜面をコンリート（淀川、木津川、信濃川）練石張（利根川、淀川、吉野川、筑後川）など水密性材で被覆する。
- c. 裏斜面にカラ石張を行う。（利根川、木曾川、長良川、揖斐川、矢作川、淀川）

## (2) 基礎に対して行うもの

- a. 粘土刃金（鳴瀬川小野、吉田川幡谷橋、利根川、木津川）
- b. 矢板打（鳴瀬川小野、利根川、淀川、吉野川、阿賀野川、筑後川、信濃川）
- c. 力杭工（利根川、長良川、揖斐川、吉野川、信濃

資 料

- 川)  
d. 裏斜面先捨石  
e. 堤内地埋立  
f. 裏斜面先盲暗渠  
g. グラウティング（木津川，吉野川，遠賀川）  
h. 表斜面先洗掘防止のため水制護岸（信濃川，利根川，阿賀川）を設ける。  
i. 土取場の一部埋戻しを行う。  
j. 河川滞積土砂の掘削，低水路の修正掘さく（遠賀

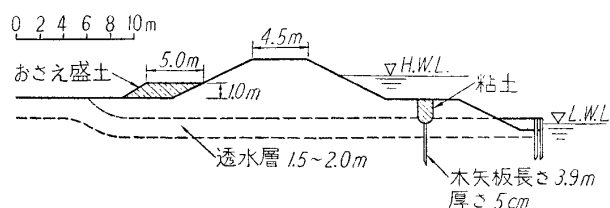
- 川)  
k. プレパクトコンリート（遠賀川）

4. 防止工法の実例

以上は昭和 29 年刊行の「堤防の漏水対策工法研究会報告書に基づいて述べたのであるが，そのうち代表的実例を取り上げ，漏水状況，調査，工法及びその効果について要約した。これを表及び図に示した。

| 事務所名        | 漏水状況                                                                                                    | 漏水調査                                                                                                                                                                                                                                      | 漏水対策                                                                                                                                                                    | 効果                                                                                                                                      | m当り単価    | 施工年度  | 備考  |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-----|
| 江合鳴瀬河川工事事務所 | 漏水箇所は昔の破堤箇所昭和22年，23年夏のコウ水で堤内側堤防沿い一帯が「ウム」のがみられ，漏水箇所は堤内斜面先から数mまでの範囲であった。                                  | 電気地下探査法及びオーガーボーリング等によつて土層の概要を明らかにした。その結果高水敷以下1mに厚さ約1.5mの透水層が堤外より堤防下を通つて堤内地にカゲ上っている。堤体土は砂質ロームまたは砂質土(8×10 <sup>-5</sup> cm/sec)，透水層は砂(1×10 <sup>-3</sup> cm/sec)                                                                            | 漏水の原因は堤体下の透水層によることがおよそ見当がついたので，漏水箇所をカバーして厚さ1m以上，幅5mの押さえ盛土を堤内側小段とし，堤外地側は部分的には透水層に食込む矢板工を施工し，その上部は粘土に置き換えた                                                                | 本例のような場合は透水係数も10 <sup>-3</sup> cm/secというオーダーでそうはなはだしい程度でなく，大体押さえ盛土で目的は達せられると考えられるが，屈曲部に接近しているので，その点の考慮が必要である。昭和25年のコウ水に対しては異状は認められなかった。 | 6,689 円  | 23～25 | 図—1 |
| 利根川上流工事事務所  | 大出水ごとに被浸食性地盤はパイピングを起し，漏水量も次第に増加してところどころにクイックサンドがみられる。堤防はほとんど堤内地が平均低水位以下の地区が多く，常時浸出水があり，田畑は湿地化して衛生状態が悪い。 | <p>(1) 地質 基礎地盤の地質調査を実施し，特に引堤区間では新堤を築造する場合，詳細な土質調査を行つている。透水層は電気探査による調査を実施し，堤内外とも抵抗値の少ない，すなわち透水性の土層は深く，相当高低差のあることがわかつた。</p> <p>(2) 堤内外の相当水位と降水の影響 堤内が平均低水位より低い地区では堤外の水を量水標により堤内宅地には浅井戸を造り，両水位の昇降変化を比較した。この結果降水による浸透水の影響はきわめて大きいことがわかつた。</p> | <p>(1) 置土とカグイ工 災害後の応急工事用として，締固めのため裏斜面先にクイ打込み置土する。クイは松丸太を間隔0.8～1.0mに2列交互打をとした</p> <p>(2) 矢板工 旧川締切箇所で漏水主路のやや正確な個所に実施した。前小段前面を床掘して木矢板を打込み，その上部を粘土壁で包み，その上に前小段を腹付け増強した。</p> | <p>(1) 置土とカグイ工 施工延長は莫大なものでその効果の調査資料もないのでわからないが完全な効果を期待することは困難と思われる。</p> <p>(2) 矢板工 施工後コウ水がないのでその結果はわからないが効果があるものと思われる。</p>              | 5,230 円  | 16    | 図—2 |
|             |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                           | <p>(3) 護岸と腹付け 低水路が堤防前面に接近している箇所で裏斜面先に漏水するので裏腹付けしたが，完全でないので川表に練石張護岸をしてその前面にクイ出水制を行つた。</p>                                                                                | <p>(3) 護岸と腹付け クイ出水制により，斜面先から流心を遠ざけ土砂の滞積を促してから漏水は減少した。</p>                                                                               | 10,330 円 | 27    | 図—3 |
|             |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                           | <p>(4) 裏石張工 堤内地の低い区間では長雨の時の浸透水や表面流出水が相当あつて裏斜面先を軟弱化するおそれのあるところでは裏斜面先に排水路と裏護岸を実施した。</p>                                                                                   | <p>(4) 裏石張工 施工後は湿地帯が改善せられ，現在2毛作となつて著しい効果をおさめている。</p>                                                                                    | 15,000 円 | 26～28 | 図—4 |
|             |                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                         | <p>(4) 裏石張工 施工後は湿地帯が改善せられ，現在2毛作となつて著しい効果をおさめている。</p>                                                                                    | 2,450 円  | 29    | 図—5 |
| 木曾川上流工事事務所  | (1) 延長700mにわたり低水位上最高4m増水すると斜面先に浸透を起し，部分的にクイックサンドを生じて田畑を広範囲に砂で埋めつくすことあり，同所はほとんど砂質土にして堤内が低地なるため常時湿地をなす。   | 堤体にガス管を打込んでコウ水時に水位をはかり浸潤線を求めた。また粒度試験，物理試験を行つた。これより漏水が始まる浸潤線コウ配は1/15～1/20できわめてゆるやかであることがわかる。                                                                                                                                               | 斜面先附近よりの漏水はきわめて多量で完全に漏水を防止するにとは困難と考え，延長550mにわたり第2小段を増幅し，斜面先にはカラ石張を施し浸透する水は水路により排水を容易にした。                                                                                | 効果は相当にあがり漏水は減少するか完全に止まり「ノリクズレ」の防止は完全にその目的を達した。                                                                                          | 7,646 円  | 28    | 図—6 |

|                  |                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                      |    |      |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|
| 京都工事事務所<br>(木津川) | (1) 寺田地区<br>堤体は完全飽和となり、裏斜面先は泥土状態となり、裏ノリ石積の崩壊はもろんはなはだしきは斜面先数 10 m 先に噴出するところがあった。<br>(2) 下津屋生津地区<br>裏石積の最下端より湧出し、裏石積は弓なりにはらんだ。 | (1) 水位調査<br>本川、池、水路等の水位及び湧水個所には井戸を設けて水位を観測した。浸潤線は裏小段、裏斜面先、堤内地にパイプを打込み自記紙に水位を記録した。<br>(2) 水質調査<br>本川高水敷に塩を投入して堤内地で検出した。その外水温の比較も行った<br>(3) 流量調査<br>池、水路、湧水の流量を表面浮子で概略的に求め本川水位と比較した。<br>(4) 土質調査<br>基礎は土質柱状図を求めると同時に粒度試験と透水試験を行った。堤体は旧堤除去に際し土質を綿密に調査した。 | (1) 寺田地区<br>この個所は引堤個所で旧堤と新堤との凹地面が本川の平均低水面より低いので約 1 m 盛土した。表斜面先全般に地盤下に遮水壁を設け、特に土質の悪い個所はコンクリート遮水壁を施工した。漏水個所には粘土及び少量の砂利を詰め締固めた。遮水個所にはボーリングして約 40ヶ所にセメント注入した。新堤裏にノリ留石積を施し、その基礎ゲイには松丸太 4 本使とした。<br>(2) 下津屋地区<br>基礎コンクリートを平均低水位の高さに打ち、その上部を斜面に沿って計画高水位まで現場打ちコンクリートを実施した。 | (1) 寺田地区<br>新堤裏にて、従来ほどの大規模な漏、湧水はみられなくなり、わずかに裏斜面石積より浸透水をみる程度となった。これは堤防を縦方向に流れる漏水に対して考えられるので更に検討する必要がある。<br>(2) 下津屋地区<br>施工後警戒水位程度の出水に遭遇したが、ほぼ初期の目的を達したようである。なお今後漏水の変化によつては前面に矢板施工も予定している。 | 粘土遮水壁工<br>1,043 円<br>コンクリート遮水壁工<br>28,350 円                                                          | 26 | 図—7  |
| 吉野川工事事務所         | 年 3～4 回程度の小コウ水以上のとき堤内地畑面より噴出する。クイックサンドが激しい。堤内地打抜ポンプより水を噴出させる。                                                                | (1) 既存資料の収集<br>(2) 堤体にボーリング孔を設けパイプによる浸潤線の決定 (3) 漏水個所の土質試験 (4) 模型実験による各種工法の効果の比較。土質試験より堤体材料は 50% 以上のレキを含む砂から成っている。間隙比は堤体材料で 31.5～187.4 地盤土で 146.2～296.2 こという驚くべき結果を示している。                                                                              | (1) カグイ及び表土置換工<br>堤外地高水敷に松丸太を 50 cm 間隔に 2 列に打込み基礎透水層の締固めをはかった。クイ打ちの床掘部分は全部粘土に置換し高水敷からの浸透を除去する。<br>(2) 表斜面被覆工事<br>堤体漏水に対して行う。計画高水位より 2.5 m 下は斜面先まで在来石張があつたがその面に厚 20 cm の植石コンクリートを張り、更に高水敷を掘削して在来石張の下端より LWL まで石張継ぎ足しその面に同様なコンクリートを張り、木矢板を打込んだ。                      | 不 明                                                                                                                                                                                      | カグイエ<br>15,850 円<br>表斜面被覆工<br>3,300 円<br>コンクリート張工<br>14,400 円<br>カラ石張工<br>1,370 円<br>木矢板工<br>8,050 円 | 29 | 図—9  |
| 筑後川工事事務所         | 昭和 28 年出水の際、計画高水位に達したとき、裏小段上の本堤斜面先に漏水し始めひどいところでは噴出がみられるほどであつた。                                                               | ハンドオーガーにより漏水個所の土質調査を行った。堤体土は大体粘土であり、基礎は約 2 m まで粘土層でそれ以下は粗砂となつている。地質調査の結果下層は砂と砂、砂利交り粘土の互層となつている。したがって漏水は堤体と基礎の境界と思われる。                                                                                                                                 | 堤体及び堤体と基礎地盤の境界面に原因する漏水を防止するものとして、表斜面は計画高水位以下をすべて割石による練石張とし、その斜面先から地盤よりの漏水にそなえて木矢板を施工した。裏小段は計画高水位より 1 m 下がって設け 5 分コウ配のカラ石張として、その斜面先は堤内地盤より 1 m 程度下げている。                                                                                                             | 施工後大きなコウ水がないので効果の確認は出来ないが、計画高水位より 8 cm 低いコウ水では漏水は認められなかつた。                                                                                                                               | 45,000 円                                                                                             | 29 | 図—10 |



図—1

資 料

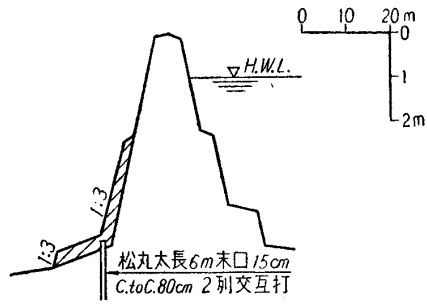


図-2

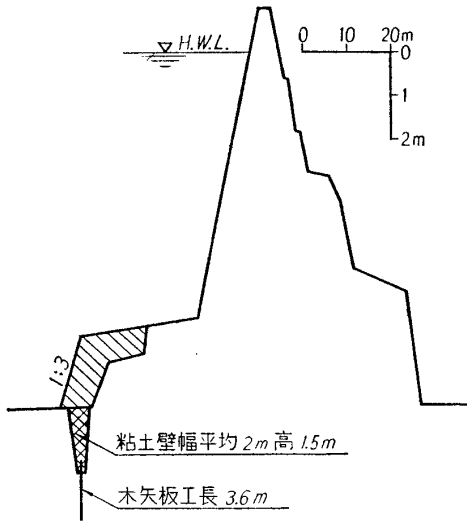


図-3

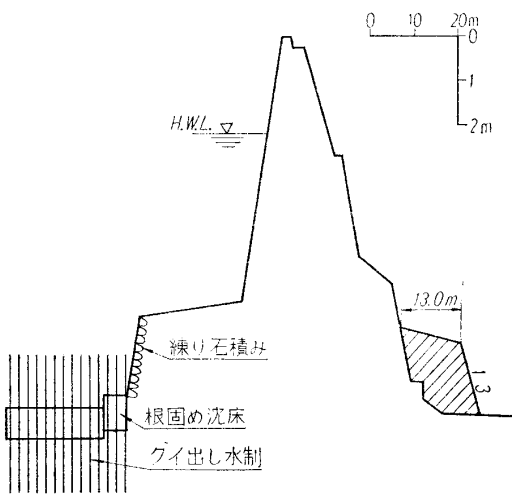


図-4

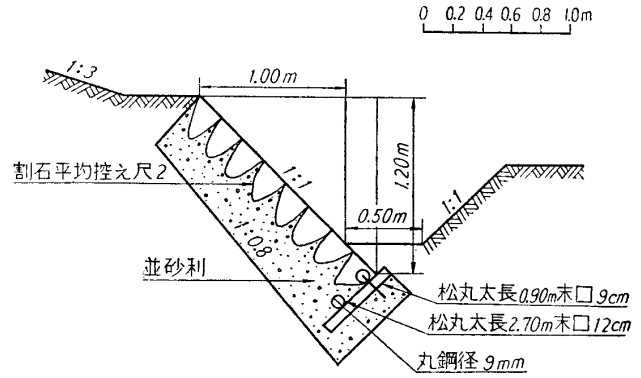


図-5

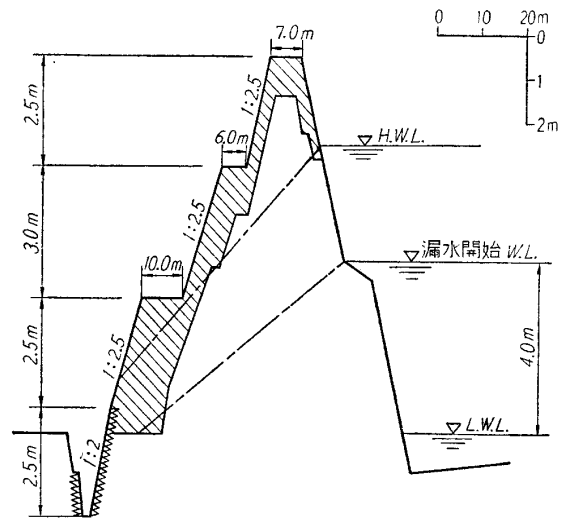


図-6

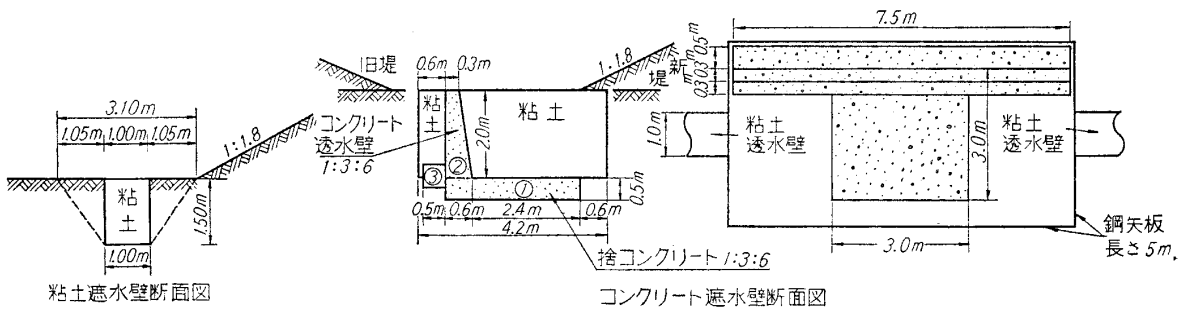


図-7

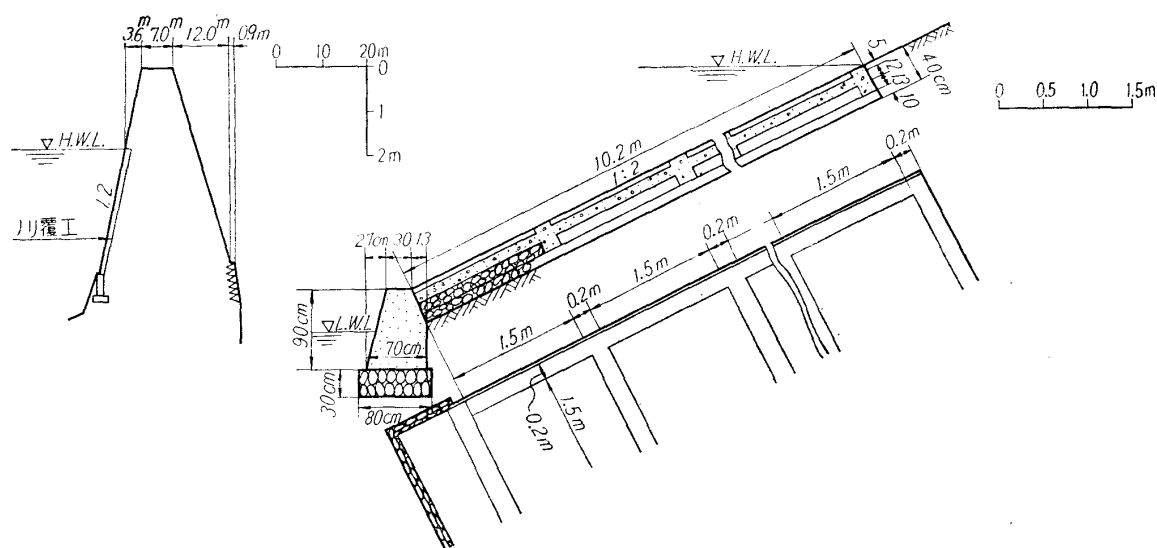


図 8

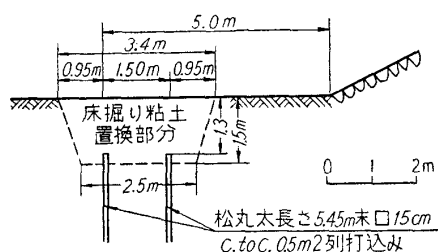


図-9-1

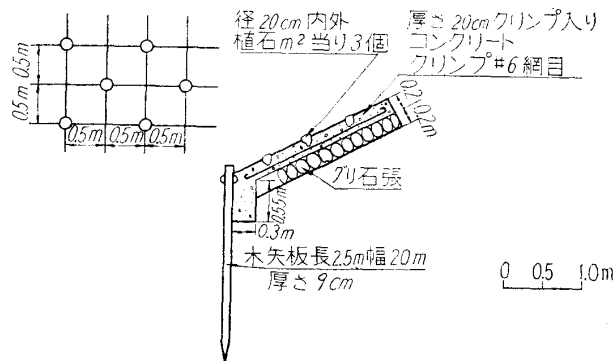


図-9-2

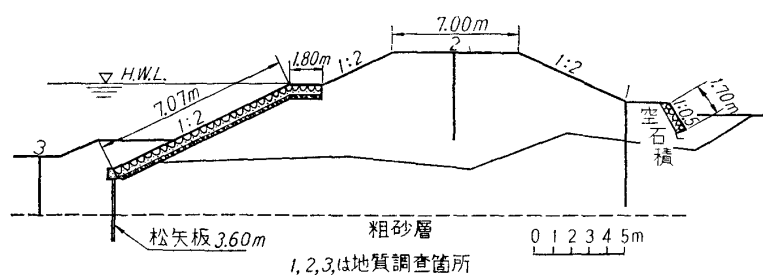


図-10

## む す び

漏水問題が重要視されてから日も浅く、対策工法もまだ研究段階にあり、発表された工法も少いようである。

漏水対策に苦心する技術者に対し、ここに述べたことがいくらかでも役に立てば幸である。

最後に漏水問題に関し資料を提供された関係各官に謹んで感謝の意を表する次第であります。