

12. 篠津運河頭首工プレパクトコンクリート 試験工事について

石狩川治水事務所 長 縄 高 雄
同 上 谷 口 雅 宥

1. 概 説

本試験工事は石狩川中流部の篠津運河頭首工計画地点の河中において、昭和31年9月中旬より12月上旬にかけて実施したものである。頭首工のダム本体を形成する方法として、プレパクトコンクリート工法を採用した場合、ダム設計天端標高は平水位以下となり、流水中における施工が要求されるが、この工法のわが国における歴史はきわめて浅く、特に流水中での施工記録はほとんどないので、実際の現場付近において河中で試験施工し、本工法並びにこれに付随する諸種の問題に対して、その可能性の難易を探索せんとしたものである。

工事は9月中旬より10月中旬にかけて、プレパクトコンクリート工を終つたが、9月中は晴天つづきのため矢板型枠と砂利投入までの準備は順調にはかどつて、むしろ水位上昇を待つ状況であつた。その後、予定以上の増水のため注入不能の状態となつたが、10月15日の二度目の増水時(砂利表面が流水中にある状態で)に注入を行つた。しかし、最初の増水によつて矢板型枠基部が洗掘され、モルタル漏出がはなはだしく急結剤使用など予想外の事態も生じた。その後、10月下旬エントルージョン工を終り、その後調査ボーリングなどを施工した。

2. 工 事 目 的

前述したとおり、流水中におけるプレパクトコンクリート工法についての検討が主目的であるが、それに付随した問題もあるので、以下に若干補足説明する。

(a) 流水中におけるプレパクトコンクリート表面処理について

コンクリートブロック張りおよび砂利表面のままのと二通りに分けて仕上りを調査する

(b) 流水中におけるプレパクトコンクリート勾配部の施工について

(c) エントルージョン工法の可能性について

この工法が可能ならば、ダム基礎地盤を容易に強固にし得るので、実際の河床に対して試験施工する

(d) モルタル配合並びに強度について

(e) 矢板施工の難易について

3. 施 工 法

(1) 概 要

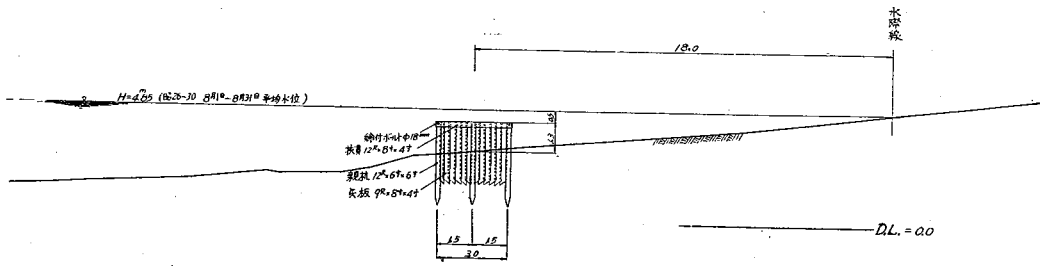
図12-1に示すように、河岸から足場を突出させ、3m×7mの区劃を矢板打ちして中に砂利を投入する。これにモルタル注入を行い、硬化を待つてワゴンドリルで削孔し、この孔から圧縮空気を送り、エアージェットイングによつて範囲3m×4.5mの河床表面下2mまで砂、シルト、粘土などを排除する。その後同じくモルタル注入を行い、エントルージョンコンクリートを形成させようとするものである。

(2) 示方配合

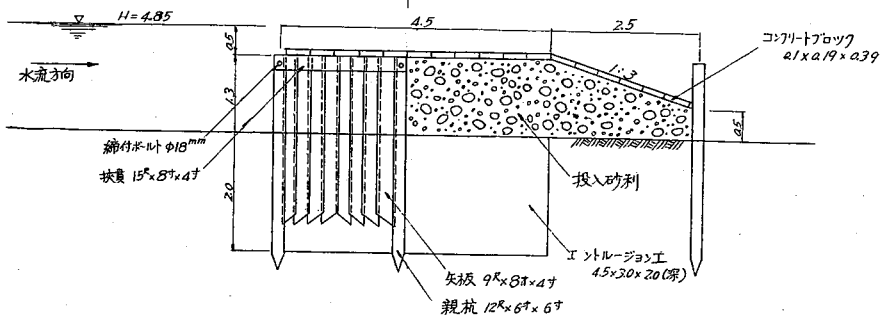
注入モルタルは次のように、AおよびBの二種配合に区別した。

$W/C+F=50\%$ (W :水, C :セメント, F :フライアッシュ) Flow は 16~22 秒

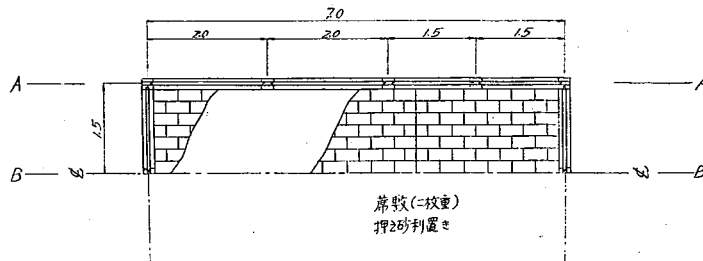
正 面 図 (本流横断測点 55.2 k)



縦 断 図
断面 A-A 断面 B-B



平 面 図



注入パイプ配置図

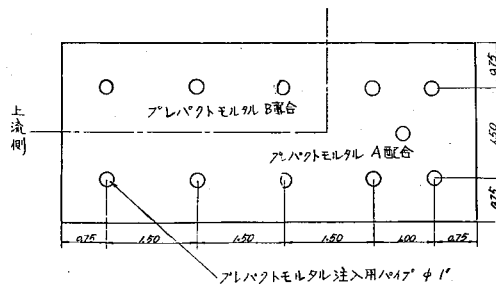


図 12-1 篠津運河頭首工プレバクトコンクリート試験工事設計図 (単位 m)

表12-1 示方配合表

	A 配合		B 配合	
	モルタル 1m ³ 当り (kg)	配合割合	モルタル 1m ³ 当り (kg)	配合割合
セメント	550	1	440	1
フライアッシュ	275	0.5	308	0.7
砂	825	1.5	935	2.12
エントルージョンエイド	8.25	0.015	7.48	0.017

(3) プレパクトモルタル浸透状況探知法

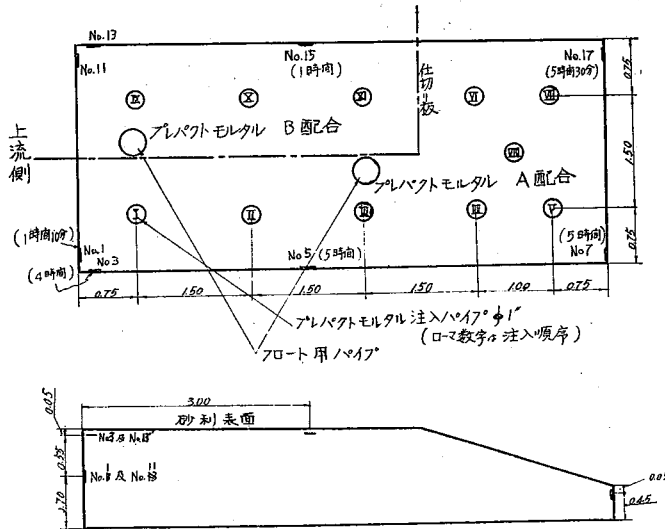
i) モルタルの電導性を利用する方法

水に比較してモルタルの方が電導性の大きいことを利用するもので、モルタルの浸透状況を知りたいと思う任意の場所に、極板を設置し、電源とミリアンペア計により探知する。

ii) モルタルと水の比重差を利用する方法

水とモルタルとの比重差—浮力の差—を利用し、モルタル中では浮くが、水中では沈む浮子を使用するもので、あらかじめ検査用器具を降すパイプを立てておけば、モルタル面上昇を逐次知ることができる。

以上二つの方法を実際に配置した状態は図12-2に示す。



プレパクトモルタル注入 10月15日9時30分
 パイプIより A配合開始 15時 B配合に切換
 (極板に記入した時間はモルタル上昇を計器に感じたときの注入開始よりの時間)

図12-2 極板並びにフロート用パイプ配置図

4. 本試験工事に使用した材料の分析

(1) セメント

小野田普通ポルトランドセメント

(2) フライアッシュ

関西電力尼崎工場製品。

(3) 砂

石狩川札比内産，粗粒率 1.98，比重 2.66

(4) 砂 利

当別川青山奥産，比重 2.6，単位容積重量 1,653 kg/m³

5. 施 工 経 過

(1) 砂利投入およびパイプ建込み

矢板型枠は 3 m × 7 m の区割をシューティングドライバー（動力は圧縮空気）によって打込み，その中へ粒径 15 mm 以上の砂利を洗浄投入した。投入に当たっては，細粒（15～30 mm）と大粒（200 mm まで）とを交互に各 20 cm の層状に散布した。モルタル配合を前記 A および B と区別するためには，4 分板と晒布で間仕切を入れたが，注入時の観察ではこの役目は果たされていたようであった。

下流側 2.5 m の間は 3 割の傾斜をつけ，河流方向全長にわたって片側はコンクリートブロック張りとし，片側の水平部分では砂利表面のまま，傾斜部はいずれも荒むしろを二重に張つて，その上を切込砂利で押えた。これはモルタルの流動勾配が約 1 : 8 であるので，モルタルの噴出を防止するためである。

(2) プレバクトモルタル注入

パイプ No. I から A 配合モルタルを注入開始した。このとき砂利表面は流水でおおわれ，水深 25 cm，流速は平均 0.6 m/sec であった。各パイプの注入順序および前記極板にモルタルを感じた時刻は図 12-2 に示したとおりである。

ミキサーで練つたモルタルは，時々フローコンテストを行つて，コンシステンシーを測定し，約 16～22 秒程度になるように水量を加減した。

注入開始より約 5 時間半後 B 配合に切換え，No. IX パイプの 2 バッチ目で川水の色がセメント色に濁つたので，No. X, XI パイプとホースをつけかえたが，やはり漏出し注入を中止して急結剤 Manol を使用して，漏出孔の閉塞をはかつたが成功せず，翌々日にいたつて急硬モルタルで仕上げを終つた。この漏出の原因は後日分つたことであるが，型枠の上流部が洗掘され，はなはだしい箇所では矢板の根がほとんど露出するほどのもので，この基部より漏出していたことが判明した。これは注入 3 日目の増水時に洗掘されたものと思われるが，栗石と砂利とで埋戻した。

(3) モルタル注入後の仕上りプレバクトコンクリートに関する観察

ブロックを張っていない部分は，モルタル注入時には砂利表面までモルタルを上昇させたが，表面下 5～10 cm までは流水で洗われ，ブロック張りの部分は目地にモルタルが浸透して固結しているので，仕上りも滑らかで，かつ強固であった。

傾斜部では，むしろ張りをしていたため表面はもろくないが，砂利に直接むしろを当てた側は凹凸が多く，外観は良くなかつた。ブロック張りの側は水平部と同じく好結果を得た。

(4) エントレーション工事

この工法は，河床にパイプを差込み，圧縮空気または圧力水によって，河床を構成している材料のうち細粒を除去して，後に残つた砂利の空隙にモルタルを注入し一種のコンクリートを形成する方法である。

本試験工事では，径 1 時のガス管 12 本をコンクリート下面から 2 m の深さまで挿入し，各パイプから圧縮空気を送つてエアージェットティンクを行つたが，砂，シルトをはじめとし最大 1 時までの砂利が周囲の孔から噴出



写真 12-1

した。この結果コンクリートが約2 cm 沈下し矢板型枠も変形したが、グラウトを行つても予定量を注入できなかつた。これはコンクリートの沈下からもわかるように、河床の大部分が砂および小さい砂利のため、しかも、ジェッティングによつて噴出したのは、パイプ周辺にとどまつて、広範囲に効果を及ぼすことができず、注入モルタルが砂層を浸透することができなかつたからであらうと思われる。

(5) 強度試験

注入時に現場で作製したテストピースについての圧縮強度試験の結果を表 12-2 に示す。この中、No. 1 および 2 はプレパクトコンクリート専用モールドにより、他の 4 本は普通モールドに砂利をつめ、モルタルを流し込んで作ったものである。

表 12-2 供試体圧縮強度試験結果

テストピース番号	注入モルタル配合別	材 齢 (日)	圧縮破壊強度 (kg/cm ²)
No. 1	A	97	141
No. 2	B	〃	117
No. 3	〃	88	118
No. 4	〃	〃	124
No. 5	〃	〃	139
No. 6	〃	〃	132
No. 7	〃	〃	124

表 12-3 圧縮強度試験結果

テストピース番号	注入モルタル配合別	材 齢 (日)	圧縮破壊強度 (kg/cm ²)
No. 1	B	135	151.5
No. 2	〃	〃	142.0
No. 3	〃	〃	185.7
No. 4	〃	〃	185.9
No. 5	〃	〃	146.0

でき上りコンクリートはボーリングによりコアー採取を行つたが、満足すべき成果が得られず、ダイナマイト爆破により採取したものを、コンクリートカッターで約 10 cm 正立方体に仕上げ、強度試験を行つたが、その結果は表 12-3 に示すとおりである。

5. 結 語

本試験工事の結論は次のとおりである。

- (1) 流水中におけるプレパクトコンクリート表面は、何も保護をしない場合はモルタルが流水で洗い出されて表面下 5~10 cm はもろくなるが、表面をブロック張りでおおいをした場合は好結果が得られる。なお、頭首工ダムを実際に施工する場合は、更に確実性を増すために周囲を鋼矢板で囲んで流水を止める計画である。
- (2) 傾斜部はブロック張りの上を荒むしろ二重張りとし、切込砂利押さえで施工できるが、水中における傾斜面の形成は極めて困難である。実際施工の場合は工事の確実性を期するため、勾配部を作らず、堰堤頂部より段階的に降ろして行く Step Type を採用したい。
- (3) モルタルの浸透状況を知る方法はきわめて容易であり、電導性を利用した短絡板による方法が、隅の状況を観察するのに便利である。
- (4) モルタル配合の違いによる施工上の困難な点は見当らない。
- (5) エントルージョン工法は当地点には不適當であり、河床の砂利を置換したプレパクト工法を行うのが適當であると考えられる。
- (6) 矢板打工事は当河床に対しては困難ではない。衝程が短く、打撃数の多い杭打機が適している。
- (7) 河床が小砂利交り砂層のため、本体築設前洗掘防止のため必ず床固工的なものが必要である。
- (8) 表面の張りブロックの大きさは強度、連節手間などの観点よりできるだけマシなものとしたい。