

コールドアスコンによる遮水壁に関する研究 (その2)*

—コールドアスモルについて—

斎藤二郎 芳賀孝成
西林清茂 豎川孝生

Fundamental Studies of Cutoff Curtain Using Cold-Asphalt Concrease (Part 2)

—Cold-Asphalt Mortar—

Jiro Saito Takashige Haga
Kiyoshi Nishibayashi Takaiki Tatekawa

Abstract

Cold-Asphalt Concrete, which was developed for use in water cutoff walls at fill-type dams or for facings on dams and waterway slopes, was examined for use in the Ohbayashi Membrane Grouting Method (OMG Method). This Cold-Asphalt Concrete can be placed at normal temperature or in water. Making use of the results, the Ohbayashi Membrane Grouting Method was employed using Cold-Asphalt Mortar for construction of a water cutoff wall.

概 要

フィルタイプダムや河川堤防基礎など圧密沈下のおそれのある地盤中の遮水壁,あるいはダムや用水路のフェーシングとして使用する事を目的として開発した常温,水中施工できるアスファルトコンクリート(コールドアスコン)を壁厚の薄い遮水膜に使用するための検討を行った。実験の結果,満足するものが得られたのでOMG工法によって実際の現場への適用を行い,ほぼ満足する止水壁が完成した。

1. まえがき

当社ではフィルタイプダム等の遮水壁(地中遮水壁あるいは堤体コア)を目的としてコールドアスコンを開発してきた。また,その諸性状については先のNo. 13(1976)に詳しく紹介している。

今回はこの優れた性質を有するコールドアスコンをモルタル状として一般的な遮水壁工事,たとえば貯水池の地中遮水壁,あるいは河川堤防基礎地盤の漏水防止用遮水壁にも利用することを計画した。そこですでに当社の保有する特許工法であるOMG工法(特殊な連結装置を有する専用鋼材を連続して打設し,その鋼材を引き抜きながら,引き抜くことによって形成される空隙にグラウトを注入して地中に連続した遮水壁を作成する地中連続壁工法)のグラウトとして適用することとし,この工法に適合した性状のものに改善し実用化し得た。ここにそ

注)*セメントアスファルトコンクリートによる遮水膜に関する研究に続く。

の性状の一部と実施例を紹介する。

2. コールドアスモルの性状

2.1. 使用材料

コールドアスモルに使用する材料はセメント,アスファルト乳剤,砂,水である。

2.1.1. セメント セメントは普通ポルトランドセメントを主として用いたが,場合によっては特殊なセメント(ジェットセメント)も使用した。普通ポルトランドセメントは住友セメント(株)製のもので比重は3.17であった。

2.1.2. アスファルト乳剤 このコールドアスモルの死命を制するのはアスファルト乳剤であるが,この工法では新たに開発した特殊な材料を使用している。なお一般のアスファルト乳剤ではセメントの混合性,出来上がり壁の遮水性に問題があるため使用不可能である。

2.1.3. 砂(細骨材) 細骨材は通常のもので良く,今回の一連の実験では,たとえば鬼怒川産の川砂(比重

2.55, 吸水量 2.88%, F.M.=2.04) を使用した。

2.2. 試験方法

上記の各材料を各種に配合したものについて強度特性、透水性を試験した。なお、固化供試体の柔軟性(あるいはタワミ性)については圧縮試験時の弾性係数によって調べた。試験を行うにあたってはグラウトミキサーを使用し、定められた順序に各材料を投入し十分に攪拌混合した。この際、各材料のグラウトミキサーへの投入順序が重要である。圧縮強度および弾性係数の測定には $\phi 15 \times 30$ cm の円筒形型わくを、透水係数の測定には、中心に 2 cm の鋼棒を固定した $\phi 15 \times 30$ cm の円筒形型わくを使用し供試体の作製を行った。試験は材齢 28 日まで水中養生の後、次のような方法で行った。

(1) 圧縮強度, 弾性係数: 油圧式圧縮試験機および XY レコーダーを使用し載荷試験を行って求めた。

(2) 透水試験: 図-1 に示す装置を使用し透水係数を求めた。

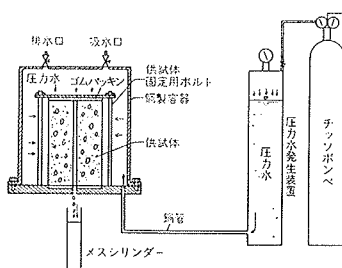


図-1 透水試験装置

2.3. 試験結果

2.3.1. 圧縮強度

図-1 に圧縮強度の例を示す。配合については記号で示しているが、使用したジェットセメントとポルトランドセメントとの配合は対応している。たとえばジェットセメントの配合 I ではジェットセメントとアスファルト乳剤を C:A=1:2 の配合

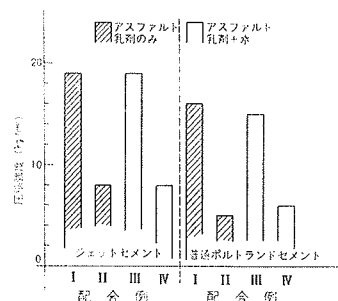


図-2 圧縮強度試験結果

にしているがこのときの圧縮強度は $\sigma_{28}=19 \text{ kg/cm}^2$ であり、この配合よりもアスファルト乳剤を増加させた配合 II では $\sigma_{28}=8 \text{ kg/cm}^2$ となる。すなわち、アスファルト乳剤を増やすことによって柔らかい固結体を作製できる。同一配合でもセメントとして普通ポルトランドセメントを使用した場合には圧縮強度は低下する。さらに同図中には水を加えた場合の配合例についても示しているが、これはアスファルト乳剤を減らして経済効果をねらったものである。一般に水を添加させると固結体の強度は増加する。ここではアスファルト乳剤の 20% 程度の水を加えたが、アスファルト乳剤のみの場合の強度とコンシステンシーをほぼ同一になるよう砂量を求めたところ配合 III, IV に示すように砂量は 1.5 倍~2 倍程度必要で

あった。

2.3.2. 弾性係数 弾性係数は X-Y レコーダーを使用し記録した荷重-変位の関係から接線弾性係数を求めた。弾性係数は図-3 にみられるように水の混入のない場合、ジェットセメント、普通ポルトランドセメントとも配合 I で $E=2 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、配合 II で $E=4 \times 10^2 \sim 1 \times 10^3 \text{ kg/cm}^2$ 、水の混入のある場合もほぼ同様の傾向を示した。この値は通常のセメントモルタルの $E=2 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ 程度と比べてはるかに小さい。この事は遮水壁とした場合、地盤の動き(主に沈下)に追随し、高い遮水性を確保する上で重要な特長となる。

2.3.3. 透水係数 透水試験の結果を示した図-4 によると水の混入のない場合、透水係数は $k=10^{-8} \text{ cm/sec} \sim 10^{-7} \text{ cm/sec}$ の値を示し、十分遮水効果が期待できる。また水の混入のある場合では透水係数が水の混入のないものの約 6 倍の値を示すが、それでも $k=10^{-8} \text{ cm/sec} \sim 10^{-7} \text{ cm/sec}$ の値を示し、遮水壁体としては十分な遮水性といえる。

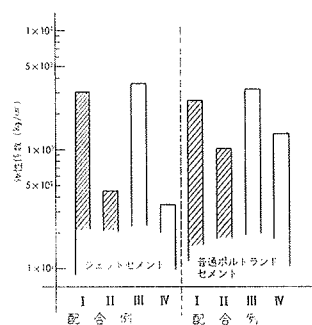


図-3 弾性係数試験結果

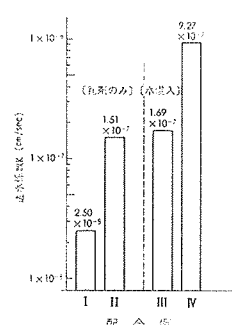


図-4 透水試験結果

3. OMG 工法による模型注入実験

3.1. 実験方法

コールドアスコンを OMG 工法のグラウトとして使用する場合に重要となるチェックポイントは出来上り壁体の接合部の水密性(連続性)と出来上り壁厚の大きさである。そこで、この 2 点を中心に検討するため、模型実験槽による壁体造成試験を行った。模型試験の方法は写真-1 に示す模型型わくを作成し、手動モルタルポンプによりコールドアスコンを注入した。模

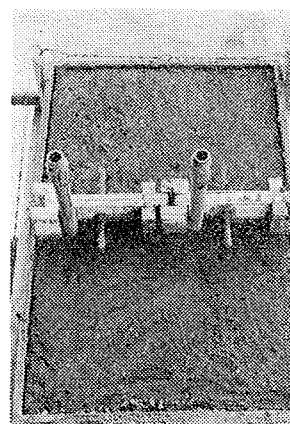


写真-1 模型型わく

型鋼材は長さ900 mm、厚さ32 mm、幅450 mmである。また対象地盤の土質を砂およびロームの2種、含水状態を湿った状態(ケースⅠ)および型わく上面まで水をはった状態(ケースⅡ)の2種類とした。

3.2. 実験結果

注入モルタルの硬化状態を写真-2~写真-3に示す。写真でもわかるように接合部は完全に連続されており、ケースⅠおよびケースⅡとも良好な硬化状態を示した。硬化モルタルを横断方向に切断した時の腹部およびジョイント部の壁厚を図-5に示す。できあがった壁厚を鋼材厚と比較すると砂中の場合、ケースⅠ、ケースⅡとも

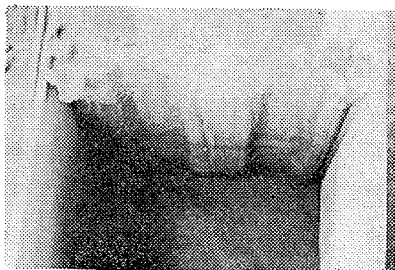


写真-2 注入モルタル硬化状態 (砂)



写真-3 注入モルタル硬化状態 (ローム)

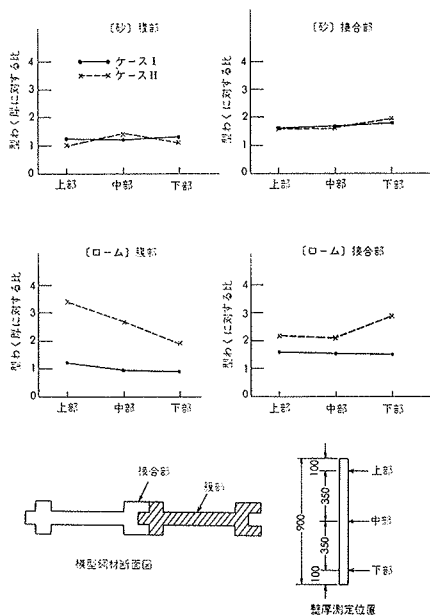


図-5 腹部およびジョイント部の壁厚

腹部で1.0~1.4倍、接合部で1.6~1.9倍の壁厚を示した。また鋼材の上中下にあまり壁厚の差は認められなかった。ロームの場合、腹部ではケースⅠで0.9~1.2倍、ケースⅡでは1.9~3.4倍の値を示している。ケースⅡで壁厚が大となったのは鋼材引抜時、鋼材とともに其上がりする土量が増すためである。また接合部ではケースⅠの場合で1.5~1.6倍、ケースⅡでは2.1~2.9倍の値を示した。

4. 現場への適用

4.1. 工事概要

この工事は宅地造成に伴う遊水池の池下漏水防止にOMG工法を適用したもので、工事規模は止水壁長(深さ)が $l=3\sim 6$ m、延面積940 m²である。なお、いうまでもなく出来上り壁体の地中先端は不透水性粘土中に到達させている。施工現場は写真-4にみられるように高さ2 mの土留壁に囲まれており、土留壁の内側に沿った境界地中部分に止水壁工事をを行った。(図-6参照)

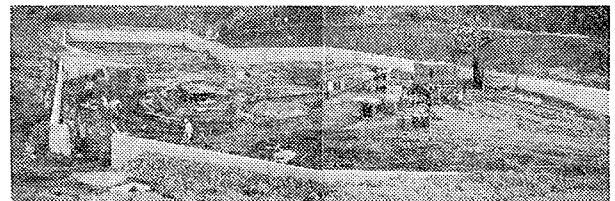


写真-4 施工現場

4.2. 使用材料および配合

セメントは普通ポルトランドセメント、アスファルト乳剤はアスゾルH、砂は細目砂(F.M.=1.71)を使用した。

4.3. 使用機械および機材

使用機械および機材を表-1に示す。なお、OMG工法用鋼材としては鋼矢板の先端に厚さ30 mmのフリクションカット用鉄板およびグラウトを注入用φ1.5インチの注入管を取り付けたものを使用した。

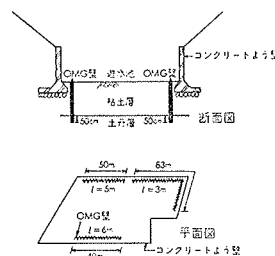


図-6 工事概要

名称	規格	数量	用途
クローラクレーン	35ton	1台	鋼材打設、引抜き用
パイプロハンマ	30kw	1台	
シートパイル	F50型		
注入ポンプ		1台	
発電機		2台	ポンプ、ミキサ用
水中ポンプ		1台	パイプロハンマ用各1台
モルタルミキサ	(2連式)	1台	コールドアスモルタリ混練用
ギアポンプ		1台	アスファルト乳剤送液用
ベルトコンベア		2台	砂用

表-1 使用機械及び機材

4.4. 施工法について

OMG工法の施工機械配置図を図-7に示す。施工法

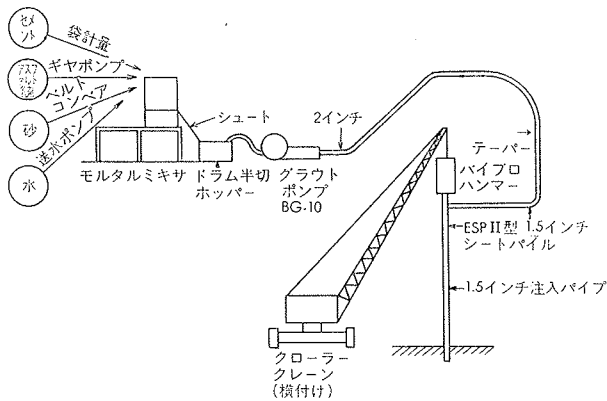
を次に示す。

(1) 練り混ぜ：モルタルミキサ中でセメント，アスゾルH，砂，水を規定の配合にしたがって十分攪拌混合する。

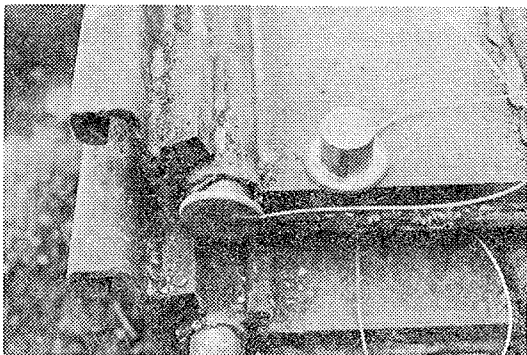
(2) 鋼材の打ちこみ：鋼材の注入管の先端はキャップをはめ(写真—5 参照)パイプロハンマーにより打ちこむ。

(3) 注入：ホッパーで受けたモルタルをグラウトポンプで圧送する。この時モルタル中の水が多すぎたり，砂の粒径が大きいとホッパー中に沈殿しやすい。このためにも砂の粒径を小さくする必要がある。なお，鋼材の引き抜きは先に打設したモルタル面の上下動をみながら行う。

以上のようにモルタルを練り混ぜながら，鋼材の打設引き抜きながらの注入をくり返す。トラブルがなければ鋼材の打設から注入までの1サイクルを6分～8分程度で施工する事ができる。



図—7 施工機械配置図



写真—5 鋼材先端およびキャップの状態

4.5. 結果について

施工後2ヶ月を経た時点でOMG壁の先端から1mの掘削を行った。その結果，写真—6にみられるように頭部は矢板の形にそって連なり，ほぼ満足するOMG壁が得られた。なお，使用したモルタルの材齢4ヶ月（現場養生）における試験結果を表—2に示す。



写真—6 OMG壁

試験項目	試験値
圧縮強度 σ_{28}	33kg/cm ²
弾性係数 E	4.36×10 ³ kg/cm ²
透水係数 k	2.23×10 ⁻⁸ cm/sec

表—2 試験結果

5. まとめ

OMG工法に使用するためのコールドアスコンについての検討を行った。本実験の結果をまとめると次のようになる。

(1) 圧縮強度：コールドアスコンの強度は混入させるセメント，アスファルトなどの量を変化させることによってある程度任意に変化させることができるが，今回のように地中連続止水壁体として使用する場合には強度はさほど大きく必要としないので $\sigma_{28}=10\sim20$ kg/cm²程度としている。この強度を得るためにはセメントとアスファルトとの比は1：(2～3)程度である。

(2) 弾性係数：圧縮強度を上記のように $\sigma_{28}=10\sim20$ kg/cm²とした場合，地中壁連続体に望まれるタワミ性をあらかず弾性係数は $E=4\times 10^2\sim 3\times 10^3$ kg/cm²である。

(3) 透水係数：圧縮強度 $\sigma_{28}=10\sim20$ kg/cm²のコールドアスコンで $k=10^{-8}$ cm/sec～ 10^{-7} cm/secの透水係数が得られ，十分な遮水効果が期待できる。

(4) OMG壁について：模型実験および実施例で採取した出来上がり壁体は接合部あるいは壁厚とも十分満足できるものであり，コールドアスコンがOMG工法用のグラウトとして適用できることが明らかとなった。

本実験の結果，コールドアスコンはタワミ性のある遮水材として十分目的を達せられるものであることが判明した。また940 m²におよぶコールドアスコンを使用したOMG壁を施工する事によって，実験室では発生しなかったいくつかの問題点も生じたが，今後コールドアスコンを使用したOMG壁をよりたしかなものにするためモルタルの配合，施工法の研究をさらに進めていくつもりである。

最後に現場施工にさいし，データの収集に御協力いただきました工事事務所の方々に深く感謝いたします。