

# OH-GROUT の基礎的特性と遮水効果 (第3報)

齋藤 二郎 岡田 純二  
内藤 和章 仮谷 幸吉

## On the Fundamental Characteristics and Water Cut-Off Effects of Water-Soluble Polyurethane Resin as an Impervious Agent (Part 3)

Jiro Saito Junji Okada  
Kazuaki Naito Kokichi Kariya

### Abstract

The OH-Grout, a water-soluble polyurethane resin solidified by reacting with water, has already been confirmed to have superior characteristics as a grout and slope protection agent based on many test results (Part 1, Part 2).

The authors have further noted anew that the use of this agent in the field of construction holds great possibilities. Then, as one of its uses, it would be extremely advantageous economically, in execution of work, in sureness, and other aspects to form impervious membranes by spraying OH-Grout and like materials in the field to prevent leakage of reservoirs, waterways, sedimentation basins, river embankments, earth dams and other structures.

This paper reports on the basic characteristics of OH-Grout, asphalt emulsion containing OH-Grout as the impervious material, and further, in case high tensile strength of the membrane is required, the combined use with synthetic fiber sheets.

### 概 要

OH-GROUT は水と重合反応して固結する水溶性ポリウレタン樹脂で、地盤注入薬液として、また、のり面防護剤としてすぐれた特性を有していることが前報(第1報、第2報)に示した実験結果により確認されている。

さらに、著者らは、この樹脂の建設分野における用途に、大きな可能性を秘めていることに注目しているがその一環として、貯水池、水路、沈澱槽、河川堤防、アースダムなどの漏水を防止するために、現場にて、OH-GROUT などの吹き付け施工による遮水膜造成が経済性、施工性、確実性などの面できわめて有利であると考えられる。

この報文は遮水材としての OH-GROUT、および、これに瀝青乳剤を混入したもの、さらに膜の強い引張り強度が要求される場合に、合繊シートを併用したものの基礎的特性について述べたものである。

#### 1. まえがき

従来、貯水池、水路、沈澱槽、河川堤防、アースダムなどの漏水を防止する方法の一つとして、予め、既製の防水シートを敷設して、継手処理する方法があるが、これは、主に、つぎのような欠点があった。

(1) 継手が弱点となり、この部分から漏水が起ることが多い。

(2) 継手の接着、処理に手間がかかり、工期、工費が著しくかさむ。

(3) 防水シートの重量が重いので、運搬、敷設が容易ではない。

(4) シートの敷設、継手処理など、人力による作業が多い。

これらの欠点を解消する方法の一つとして、現場にて、凝固して遮水膜を形成する材料を吹き付ける方法がある。その吹き付け材はいくつかの種類が考えられるが、ここでは新しい吹き付け材として、OH-GROUT (水溶性ポリウレタン樹脂)、および、これに瀝青乳剤を混入したものをを用いた。

これは地盤表層に直接、吹き付け材を吹き付けて、厚みのある浸透固結性の遮水膜を形成させる、あるいは、合繊シートを敷設した後に、吹き付け材を吹き付けて、引張り強度の強い遮水膜を形成させるものであり、これらは経済性、施工性、確実性などの面できわめて有利であると考えられる。

この新しい吹き付け材を使用した遮水膜はつぎのような特長を有している。

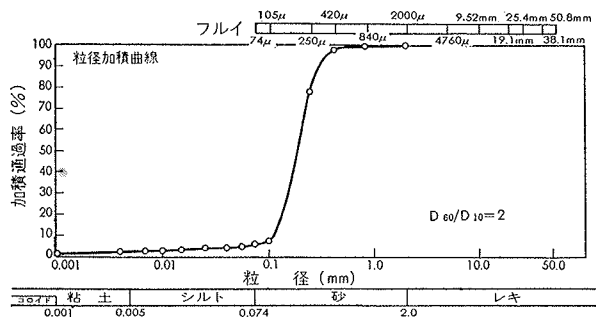
- (1) 工費が安く、施工が容易である。
- (2) 吹き付け材は親水性であるので、ぬれ面での施工が可能である。
- (3) 遮水効果が大きく、また、表流水に対する耐浸蝕性、耐剝離性が大きい。
- (4) 固結層は伸縮性に富むゴム状弾性体であるので、車輛などによる振動、変位に十分追従でき、また、吹き付け材を含浸させた合繊シートを使用すると、引張り強度が強くなり、破損の恐れがない。
- (5) 吹き付け材のゲルタイムは短く、施工後、直ちに効果を発揮するので全天候型である。
- (6) 吹き付け材はゲル化すると、強力な付着力を発生するので地盤との接着性がよく、また、合繊シートを使用した場合、地盤と一体化を図ることができる。

以上の特長を有する新しい吹き付け材による遮水膜としての特性を明確にするために、各種の室内基礎実験を行なったので、以下にその一部について述べる。

## 2. 実験条件

### 2.1. 試料土

試料土は、北陸縦貫道・長岡～新潟間の粘着性のほとんどない細砂を使用した。この試料土の粒度分布は図一1に示すとおりである。



図一1 試料土の粒度分布

### 2.2. 使用材料

吹き付け材は、OH-GROUT とこれに瀝青乳剤を混入したものの二種であるが、とくに、後者の混合液のうち、瀝青乳剤は耐候性を向上させるとともに、

OH-GROUT の発泡性を適度に押えて、遮水性を向上させ、一方、OH-GROUT は瀝青乳剤との相容性がよく、瀝青乳剤との分離を防いで、均質かつ伸縮性に富む固結体を形成させる役目をもつ。

**2.2.1. OH-GROUT** これは水溶性ポリウレタン樹脂を主成分とするもので、任意の割合で、容易に水に溶け、接着性を発揮しながら、短時間で固まる性質があり、固結体は強力なゴム状弾性体となる。

使用する OH-GROUT の性状を表一1に示す。

種類	外観	比重	粘度 (CPS)	ゲル特徴
OH-1A	淡黄色透明液状	1.08 (20°C)	350 (20°C)	高弾性ゲル

表一1 OH-GROUT の性状

**2.2.2. 瀝青乳剤** これは(株)日瀝化学工業のカチオン系瀝青乳剤 (商品名カチオゾール CPE-2) を使用した。乳剤中の水の含有量は40~42%である。

**2.2.3. 合繊シート** 使用した合繊シートは、(株)クラレの商品名クレモナ土シート NF と、(株)三井化学工業の商品名タフネルの2種である。前者は細目の織布で、引張り強度は 61×52 kg/3cm である。また、後者は粗目の織布に不織布を接着させたもので、引張り強度は 45 kg/3cm である。

**2.2.4. 吹き付け材の配合** 配合は表一2に示すようなものとした。

記号	OH-GROUT	水	瀝青乳剤	吹き付け量 (l/m <sup>2</sup> )
A	7	93	0	3
B	1	5	10	3
C	1	10	10	3
D	0	0	全部	5

表一2 吹き付け材の配合

## 3. 遮水膜の基礎的特性

### 3.1. ゲル化時間

図一2は、各種吹き付け材の粘度と経過時間の関係を示したものである。これによると、OH-GROUT 7%水溶液は短時間で急激に粘度が増加する。一方、OH-GROUT に瀝青乳剤を混入すると、時間の経過とともに粘度が緩やかに増加し、また、瀝青乳剤、および水の混入量が多いほど、ゲル化時間が長くなる傾向が見られる。

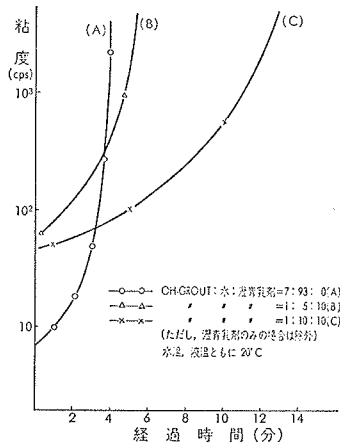


図-2 各種吹き付け材の粘度と経過時間の関係

### 3.2. 透水性

φ5cm×10cm のモールドに試料土を、高さ5cm になるように突き固め (平均含水比10.1%, 平均湿潤密度1.531g/cm<sup>3</sup>), 試料土の表面に、各種吹き付け剤を吹き付けて24時間放置した。しかる後に、これを変水水位透水試験機にかけて透水係数を測定した。

その結果を表-3に示す。

これによると、各種吹き付け材による処理土の透水係数は、合繊シートを使用しない場合は10<sup>-6</sup>~10<sup>-7</sup>cm/sec 程度、合繊シートを使用した場合は10<sup>-8</sup>~10<sup>-9</sup>cm/sec 程度を示した。

合繊シートを使用した方が、透水係数はかなり小さい値を示す。これには種々の理由が考えられるが、OH-GROUT は土粒子に対するよりも、シートの繊維質に対する方が密実に、よく接着するからであると考えられる。

記号	OH-GROUT	水	瀝青乳剤	吹き付け量 (ℓ/m <sup>2</sup> )	合繊シート	透水係数 (cm/sec)
A	7	93	0	3	クレモナNF	5.6×10 <sup>-9</sup>
					タフネル	7.1×10 <sup>-9</sup>
					未使用	1.6×10 <sup>-7</sup>
B	1	5	10	3	クレモナNF	8.4×10 <sup>-9</sup>
					タフネル	4.5×10 <sup>-9</sup>
					未使用	4.8×10 <sup>-7</sup>
C	1	10	10	3	クレモナNF	1.9×10 <sup>-8</sup>
					タフネル	1.4×10 <sup>-8</sup>
					未使用	5.3×10 <sup>-7</sup>
D	0	0	全部	5	クレモナNF	4.3×10 <sup>-6</sup>
					タフネル	1.5×10 <sup>-6</sup>
					未使用	8.7×10 <sup>-6</sup>
E	無	無	無	無		1.4×10 <sup>-3</sup>

表-3 透水試験の結果

### 3.3. 浸透性

各種吹き付け材により形成される膜厚は、耐久性などに大きな影響を与える。

そこで、各種吹き付け材による処理土の膜厚を比較するために、30cm×30cm×5cm の試料箱に試料土を均一に詰め、表面に各種吹き付け材を所定量吹き付けて、24時間放置した。しかる後に、固結部分の膜厚を測定した。

なお、試料土の含水比は平均10.1%, 湿潤密度は平均1.531g/cm<sup>3</sup> となるように締め固めた。

測定結果を図-3に示す。

これによると、OH-GROUT 7%水溶液がもっとも浸透性がよいことがわかる。これはその水溶液が界面活性作用を有しているためである。

瀝青乳剤のみを吹き付けた場合、これは浸透用のものであるが、固結膜は浸透膜としてでなく、被膜として形成されていることが認められ、また、吹き付け量が多いにもかかわらず、膜厚がかなり薄い。これは、瀝青乳剤中に含有されている大部分の水分が瀝青物と分離して、蒸発したか、あるいは、土中に消散したものと考えられる。

つぎに、OH-GROUT に瀝青乳剤を混入して吹き付けた場合、固結膜は浸透膜として形成されていることが認められた。これは界面活性作用を有する OH-GROUTの助力で瀝青乳剤の浸透能力を助長させ、また、瀝青乳剤中の水分は分離されることなく、土中の水分とともに、親水性の OH-GROUT が捕捉して、浸透固結層を形成したものと考えられる。

### 3.4. 引張り強さ

吹き付け材によって処理された処理土は車輛などによる振動、変位に十分追随でき、また、破損の恐れがないことが重要である。

そこで、各種吹き付け材による処理土の引張り強さ

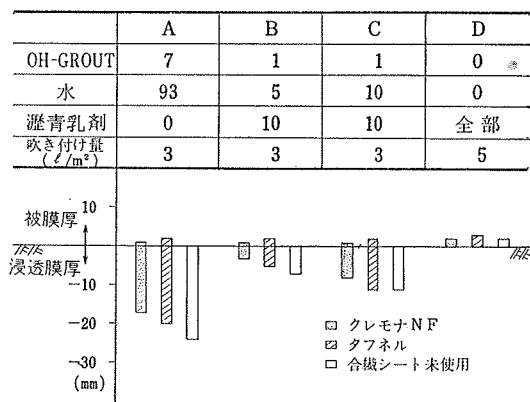


図-3 各種吹き付け材の浸透性

を JISK6301 加硫ゴム物理試験法の引張り試験に準じて求めた。

なお、供試体は平均含水比 10.1%, 平均湿潤密度 1.531g/cm<sup>3</sup> の試料土に各種吹き付け材を所定量吹き付けたものを24時間放置したものである。

試験はオートグラフを用いて行ない、試験片の引張り強度と伸び率を測定し、その結果を表-4に示した。

これによると、OH-GROUT に瀝青乳剤を混入して吹き付けたものは、OH-GROUT 単独吹き付けに比して、引張り強度は低下するが、伸びがよくなっている。

	OH-GROUT	水	瀝青乳剤	吹き付け量 (ℓ/m <sup>2</sup> )	引張り強度 (kg/cm <sup>2</sup> )		伸び率(%)	
A	7	93	0	3	0.48	0.57	160	153
					0.73		180	
					0.50		120	
B	1	5	10	3	0.30	0.43	160	178
					0.38		150	
					0.60		225	
C	1	10	10	3	0.30	0.33	140	163
					0.25		150	
					0.45		200	
D	0	0	全部	5	-	-	-	-

表-4 各種吹き付け材による処理土の引張り強度と伸び率

また、合繊シートを敷設し、継手部をラップさせて、ハト目縫合し、各種吹き付け材を吹き付けた遮水膜の引張り強度は合繊シート自体の引張り強度となることは明らかであるが、現場の状況によっては、継手部をラップさせるのみで施工する場合も考えられる。

そこで、平均含水比10.1%, 平均湿潤密度 1.531g/cm<sup>3</sup> の試料土の上にラップ長を種々変えた合繊シートを敷設し、各種吹き付け材を所定量吹き付け、24時間放置した。供試体を用いて試験を行なった。

	OH-GROUT	水	瀝青乳剤	吹き付け量 (ℓ/m <sup>2</sup> )	引張り強度			
					5×3 (cm <sup>2</sup> )	5×5 (cm <sup>2</sup> )	5×10 (cm <sup>2</sup> )	
A	7	93	0	3	クレモナNF	17.8kg	26.5kg	34.9kg
					タフネル	16.8kg	24.9kg	33.4kg
B	1	5	10	3	クレモナNF	14.9kg	23.5kg	30.1kg
					タフネル	14.4kg	23.4kg	28.5kg
C	1	10	10	3	クレモナNF	14.1kg	21.9kg	25.8kg
					タフネル	13.2kg	19.8kg	24.3kg
D	0	0	全部	5	クレモナNF	-	-	-
					タフネル	-	-	-

表-5 合繊シートの継手部をラップさせた場合の引張り強度

試験はオートグラフを用いて行ない、幅5cmの試験片の引張り強度を測定し、その結果を表-5に示した。

これによると、各種吹き付け材とも、ラップ面積が多いほど、引張り強度が強くなるが、OH-GROUT に瀝青乳剤を混入したものは OH-GROUT 単独に比し、若干弱いようである。

### 3.5. 耐圧性

現場においては、吹き付け材による遮水膜を設け、その上に盛土し、その盛土荷重などによる膜の破損が考えられる。

そこで、直径 10cm、高さ 20cm のモールド内に、試料土を高さ 10cm になるように詰め、各種吹き付け材を所定量吹き付け、24時間放置した。

なお、モールド内の試料土の平均含水比は10.1%。平均湿潤密度は1.531g/cm<sup>3</sup> であった。

しかる後に、図-4に示すように、形成膜の上に高さ 5cm の試料土を

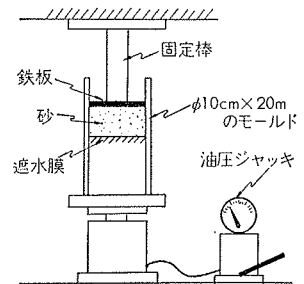


図-4 耐圧性試験装置

	OH-GROUT	水	瀝青乳剤	吹き付け量 (ℓ/m <sup>2</sup> )	破 損 状 況		
					4(kg/cm <sup>2</sup> )	8(kg/cm <sup>2</sup> )	16(kg/cm <sup>2</sup> )
A	7	93	0	3	○	○	○
B	1	5	10	3	○	○	△
C	1	10	10	3	○	○	△
D	0	0	全部	5	×	-	-

○ 破損せず △ 一部破損あり × 破損

表-6 遮水膜の耐圧性

盛り、その上から油圧ジャッキを使用して、種々の荷重を加えた。荷重は 4kg/cm<sup>2</sup>, 8kg/cm<sup>2</sup>, 16kg/cm<sup>2</sup> とし、1時間後に除荷させて、膜の破損状況を観察した。その結果を表-6に示す。

これによると、OH-GROUT、および、これに瀝青乳剤を混入したものがすぐれていることがわかる。

吹き付け材による遮水膜の形成は、被膜型と浸透膜型に分けられるが、前者(瀝青乳剤)は上載荷重に対して、膜自体の強度が問題となる。後者(OH-GROUT、およびこれに瀝青乳剤を混入したもの)は土粒子間に吹き付け材が充填されているので、上載荷重に対して、主に、土粒子群が受け持っているために破損されないと考えられる。

### 3.6. 耐剝離性

吹き付け材により形成された処理土は表流水などに

より浸蝕されないことが重要である。

そこで、各種吹き付け材による処理土の表流水による剝離性を観察するため、実験を行なった。

実験土槽は、図一5に示すごとく、幅40cm、長さ180cm、深さ10cmの土槽が3連になっており、5°の勾配をもたせている。その上端には、タービンポンプから送られた水が処理土表面を一様に、しかも、一定速度(60cm/sec)流れるような装置を有している。土槽内には平均含水比10.1%の試料土を平均湿潤密度が1.531g/cm<sup>3</sup>になるように均一に締め固め、表面に各種吹き付け材(合繊シート未使用)を所定量吹き付け、24時間放置した。

その結果、瀝青乳剤のみを吹き付けた場合は、約1時間経過した後、被膜が水を抱えた水泡状体となっている所が随所、観察され、その後、その水泡状体が大きくなって破壊された。その跡には試料土が露出し、徐々に流出されるのが観察された。

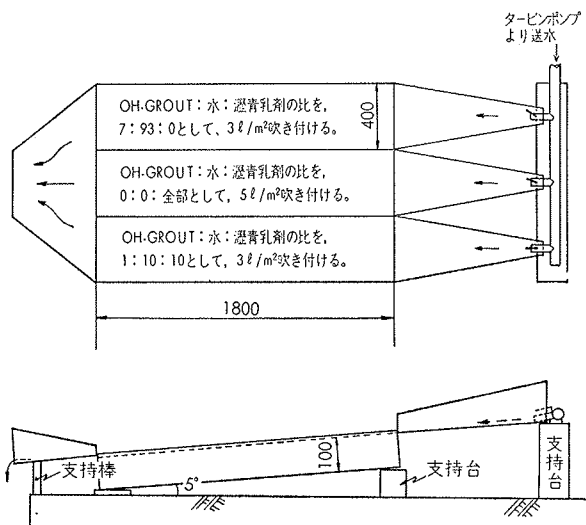
一方、OH-GROUT および、これに瀝青乳剤を混入したものは10時間以上経っても、処理土の剝離が認められなかった。これは、厚みのある浸透固結膜が形成されたこと、また、OH-GROUT が土粒子と強力に付着しているためと考えられる。

#### 4. 現場における施工

実際の施工に当っては、工事の目的、現場の条件などに応じて、吹き付け材の選定、配合、吹き付け量、合繊シートの使用・未使用などを決定しなければならない。

施工順序は基本的に大略つぎのとおりである。

(1) 地表をできるだけ平坦にし、転石、突起物、草



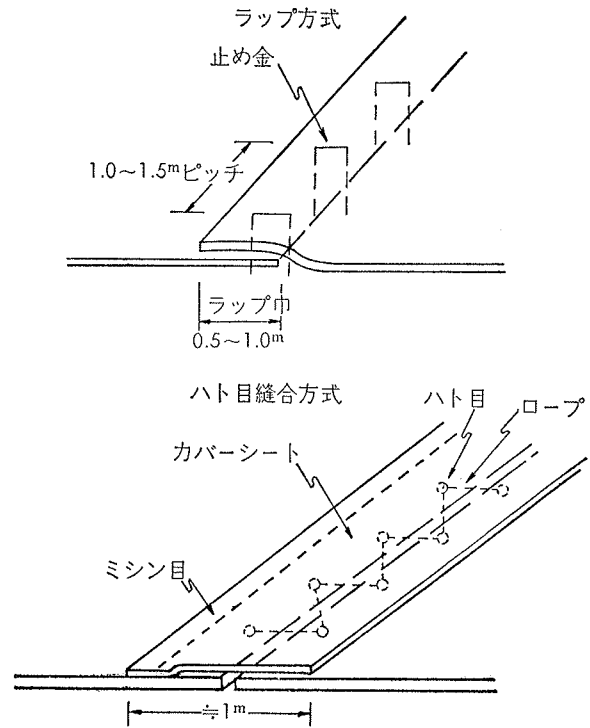
図一5 実験土槽概略図

根などを除去する。

(2) 相当厚の浸透固結膜を期待する場合は、層厚20cm程度の砂をまき出す。

(3) 引張り強度の強い遮水膜が要求される場合には、合繊シートを敷設し、継手部にはラップ方式か、ハト目縫合方式とする(図一6参照)。

(4) OH-GROUT,あるいは、これに瀝青乳剤を混入したものを、所定吹き付け量吹き付ける。



図一6 合繊シート継手部の種類

また、貯水池、水路、沈澱槽、河川堤防、アースダム、ヘドロ貯留池などの漏水防止、公害汚物の流失防止などを目的とする場合は合繊シートを併用した方が安全性、遮水性などの面から好ましい。

さらに、土工事において、地盤表層を降雨、表流水、凍土融解、風などによる浸蝕から、一時的に防護する場合は、合繊シートを敷設しなくても、十分適用できる。

#### 5. あとがき

以上、OH-GROUT,あるいはこれに瀝青乳剤を混入した遮水膜の性能がすぐれていることを実験的に実証した。

なお、この遮水膜の特性に関する基礎的実験は、現在続行中であり、その結果については次回報告したい。