

Ⅲ－B148 地下構造物打継目用ペントナイト止水材の開発

清水建設(株) 正会員 阿曾利光 正会員 川口博行
 正会員 青山哲也 正会員 渡辺真帆
 クニミネ工業(株) 正会員 中村武司

1. まえがき

従来地下構造物の漏水対策は、止水板の埋め込みや止水シールの貼付けで行われているが、地下水圧が高い場合や、シール材の施工不良、シール材周囲に打設されたコンクリートの締固め不良によって生じる微細な隙間からの漏水には対応しきれない場合もある。

今回、ペントナイトを用いた不定形止水材を新たに開発し、その性状試験および供試体を用いた止水実験を行ったので、その結果を報告する。

表-1 止水材一覧表

止水材	溶媒名	ペントナイト含有量	硬さ	粘着性
No.1	鉱油系	低配合	軟	低
No.2	鉱油系	中配合	中	中
No.3	鉱油系	中配合	中	高
No.4	非鉱油系	中配合	中	中
No.5	非鉱油系	高配合	硬	低
No.6	水溶液系	中配合	軟	中

2. ペントナイト止水材の選定

地下構造物打継目用不定形止水材には、止水性・充填性・非流失性にすぐれていることが要求される。

上記に基づき、ペントナイト止水材の選定を行う。

1) 試験止水材の種類

止水材の性状に影響を与える要因には、①ペントナイトの含有量、②溶媒の種類、③硬さ・粘着性(又は粘性)が考えられる。

そこで、①～③を変化させた6種類について試験を行った。表-1に止水材一覧表を示す。

2) 試験止水材の基礎的性状試験

①止水性試験

図-1に示す加圧止水試験装置を用いて、目開き・水圧を変化させて漏水と流出(止水材が水圧により押し出され、排水孔から出てくる事)の状況から止水性を確認した。

目開きは、0mm, 1mmの2段階、水圧は、0.5, 1.0, 3.0, 5.0kgf/cm²の4段階で、順次加圧した。各水圧における加圧保持時間は3分間とし、漏水した場合には2.4時間膨潤を待ち、次ステップに進む方式とした。表-2に試験結果を示す。

②流動性試験

図-2に示すようにグリースガンを用いて止水材を一定量押し出し、止水材の広がり・充填状況から流動性を目視により確認した。試験結果を表-3に示す。

表-3 流動性試験結果

止水材	充填状況	広がり範囲(広がり範囲×高さ)
No.1	ビーカーに沿って良好に充填	45×50×H15 mm
No.2	縦に盛り上がり充填性不良	35×60×H20 mm
No.3	縦に盛り上がり充填性不良	35×50×H25 mm
No.4	ビーカーに沿って良好に充填	35×55×H18 mm
No.5	縦に盛り上がり充填性不良	35×45×H20 mm
No.6	ビーカーに沿って良好に充填	45×70×H10 mm

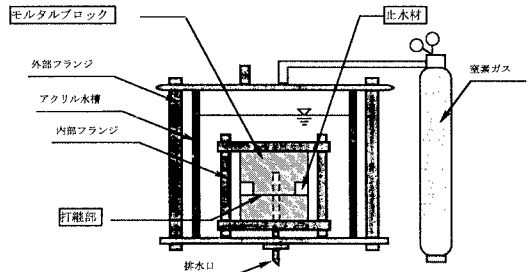


図-1 加圧止水試験装置

表-2 止水性試験結果

止水材	目開き (mm)	水圧 (kgf/cm ²)							
		0.5		1.0		3.0		5.0	
		流出	漏水	流出	漏水	流出	漏水	流出	漏水
No.1	0	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	×	×	---	---	---	---	---	---
No.2	0	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	△	△	×	×	---	---	---	---
No.3	0	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	△	△	△	×	---	---	---	---
No.4	0	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	○	○	△	△	×	×	---	---
No.5	0	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	○	○	○	○	○	○	△	×
No.6	0	○	○	○	○	○	○	○	○
	1	○	○	×	×	×	×	---	---

(流出: ○→無し, △→少量, ×→多量 / 漏水: ○→無し, ×→漏水)

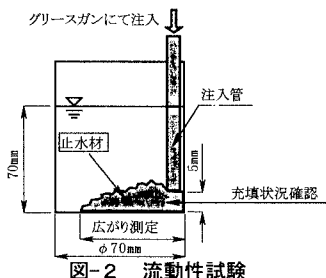


図-2 流動性試験

キーワード：ペントナイト、不定形止水材、水圧、目開き

連絡先：清水建設(株) 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンス S館 TEL:03-5441-0518 FAX:03-5441-0508
 クニミネ工業(株) 福島県いわき市常盤下船尾町杭出作23-5 TEL:0246-44-7100 FAX:0246-44-7102

③流失試験

図-3に示す流失試験装置を用い、流失性（流れのある水と接触した際の止水材の拡散・逸脱）を目視により確認した。

試験は、2枚の亚克力版の間に止水材を充填し、1mmのクリアランスを確保してから注水口より0.15kgf/cm²の水圧で通水したまま3日間放置する方法で行い、止水材の膨潤状況と流失状況を観測した。試験結果を表-4に示す。

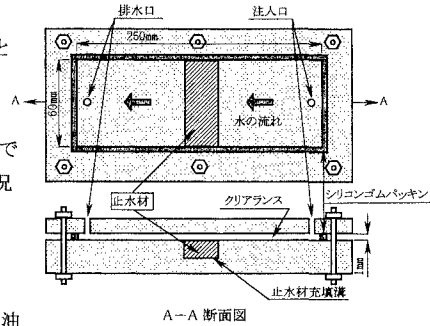


図-3 流失試験装置

3) 試験止水材試験結果

①止水性試験

止水性試験の結果、鉱油系配合に比べて水合が早い非鉱油系配合の止水材（No.4, No.5）の方が止水性に優れていた。

②流動性試験

流動性試験の結果、流動性が高かったのはNo.1とNo.6であった。また、No.4は広がり範囲は広がらなかったが、充填性は良好であった。

③流失性試験

流失性試験の結果、No.2とNo.3は顕著な流失は確認されなかったが、非鉱油系配合の止水材は極端に流されやすかった。また、No.6はほとんど膨潤しなかった。

以上の結果から、ベントナイト止水材は、1mm以下の目開き量で使用しなければならないことがわかった。止水性・充填性を考慮し、No.4の止水材を用いて次の止水実験を行った。

表-4 流失試験結果

止水材	一日後	二日後	三日後
No.1	膨潤部が流失	膨潤部が流失	膨潤部が流失
No.2	膨潤部に水みち	膨潤部に水みち	膨潤部に水みち
No.3	膨潤部に水みち	膨潤部に水みち	膨潤部に水みち
No.4	全量流失	全量流失	全量流失
No.5	膨潤部が流失	ほぼ全量流失	全量流失
No.6	流失無し（膨潤無し）	表面が流失	表面が流失

3. 供試体による止水実験

1) 実験概要

リング状の供試体を作成し、目開き量・水圧を変化させて漏水状況を確認した。

供試体は、図-4に示すような外径φ1100mm、内径φ500mmのリング状で、リング内側に溝（w=50mm、H=50mm）を設けてベントナイト止水材を充填した。供試体はコンクリートにて作成し、リング中央部には地山を想定してウレタンスポンジを設置した。

図に示す通り、1層目と2層目のコンクリート間に目開きが生じても、スライド部にはほとんど目開きが生じない構造となっている。

目開き量は6mm、10mmの2段階、水圧は1～6kgf/cm²を1kgf/cm²ピッチの6段階で、順次加圧した。各水圧における加圧保持時間は3分間とし、漏水した場合には3日間を限度として膨潤を待ち、次ステップに進む方式とした。写真-1に実験装置を示す。

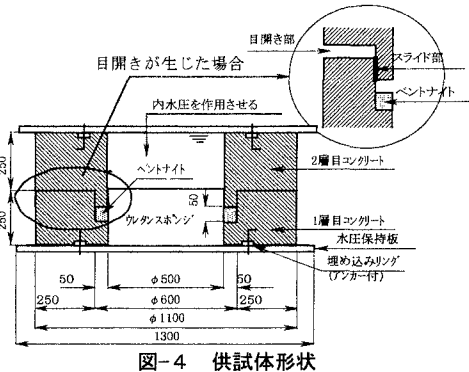


図-4 供試体形状

2) 実験結果

目開き量6mm、10mmともに、水圧を1～6kgf/cm²まで変化させても、漏水は認められなかった。また、目開き量を20mmにした場合も、水圧1kgf/cm²では漏水せず、2～3kgf/cm²で若干の漏水が確認されたが、水圧を3kgf/cm²に保持したままベントナイトの膨潤を待ったところ、翌日には漏水が認められなかった。



写真-1 止水実験装置

4. まとめ

今回開発したベントナイト止水材は、微細な隙間や高水圧に対して確実な止水効果が確認できた。また、スライド部を設ける事により、大きな目開きにも対応できることがわかった。

従って、地下構造物の打継目用止水材としての適用が十分可能だと考えられる。