

## 地盤注入工法におけるウレタン系止水材の膨潤特性

注入材, ウレタン止水材, 膨潤特性

京都大学 (国) 稲積真哉  
日本化学塗料 ○(正) 加藤研二  
日本化学塗料 (正) 小林賢勝  
トーマック (正) 宍戸賢一

## 1. はじめに

近年、地盤改良を目的とした種々の工法が開発されており、その1つが地盤注入工法である。地盤注入材には薬液系もしくは非薬液系に大別することができ、現場状況に適合した選択が必要である。ここで、非薬液系注入材としてはセメント系、粘土系ならびにモルタル系があり、薬液注入材としては水ガラス系ならびにウレタン系等の材料が使用されている。現状、モルタル系注入材は重量および乾燥時間等、同時にウレタン系注入材にはコストならびに強度等の課題がある。本報告では、地盤注入材としてウレタン系膨潤止水材の適用を目的として、土質材料（礫質土、砂ならびに粘土）との混合に伴う膨潤特性を検討している。

## 2. ウレタン系膨潤止水材

地盤改良には、地盤状態および工法により種々の材料が改良材として使用されている。地盤空隙（空洞）の注入改良を考えた場合、注入材に求められる特性は、①注入時に空隙（空洞）の隅々まで充填できる流動性を持つ、②一定時間後に膜を形成し必要な強度を発揮・維持する、③地下水がある場合でも膜形成する等が必要である。

空隙（空洞）の注入材としてウレタン系樹脂は既に知られており、実用化されている。本研究においてウレタン系膨潤止水材に着目したのは流動性があり、且つ膨潤特性を有しているためである。すなわち、ウレタン系膨潤止水材は水等に触れると水分を吸収して膨潤膜を形成する。さらに、膨潤することで空隙（空洞）に充填され易くなり、更に少量の注入で十分に充填効果が期待できる。なお、ウレタン系膨潤止水材は廃棄物埋立護岸、海および河川の締切り工事、上下水道管敷設工事で用いられる鋼矢板の継手部に塗布し、施工後に吸水膨潤して継手部の間隙を埋め止水する用途で広く使用されている<sup>1),2)</sup>。

当該ウレタン系膨潤止水材は、以下の特徴を持っている。

- ① 特殊ウレタン樹脂系の一液型である。
- ② 組成中に揮発性の有機溶剤を含まない。
- ③ 湿気反応で膜硬化する。
- ④ 流動性がある。
- ⑤ 硬化膜を浸漬した抽出水は水道法水質基準に適合する。
- ⑥ 膨潤率は淡水にて6倍前後、塩水にて5倍前後である。

空隙注入材の実用化を考えた場合、ウレタン系膨潤止水材 100%では、膨潤による地盤隆起、強度ならびにコスト等の問題が考えられ、これら諸問題の検討策として土質材料等との組合せによる基礎特性評価を実施した。

## 3. 粘度および膨潤特性試験

実験に使用する土質材料としては、データを得るために、履歴が明確で粒径の異なる材料を選び検討した。試験した土質材料を表1に示す。

ウレタン系膨潤止水材に土質材料を 10, 30, 50%添加し基礎的な粘度、膨潤率特性への影響を調べた。粘度特性は、ウレタン系膨潤止水材と土質材料表2に示す組成で攪拌混合し、混合直後および放置時間を決めて B 型粘度計で粘度特性を測定した。膨潤率試験は以下の手順でサンプル作成し評価した。

- ① ウレタン系膨潤止水材と所定量の土質材料を混合した後、一定量乾燥させて 2mm 厚のシート状にし、2×2cm の試験片を準備する。
- ② 試験片の初期重量を測定し、種々の水質・水温に調整された水槽内に浸漬する。
- ③ 所定の浸漬時間毎に試験片を取り出して浸漬後の重量を測定する。
- ④ 重量膨潤率（=浸漬後重量/初期重量）を計算する。

表1 粘度および膨潤特性試験に用いた土質材料

土質材料		粒径 (mm)	含水量 (%)
A	礫質土	2~6	0.5
B	豊浦砂	0.5~2	0.1
C	深草粘土	0.004~ 0.006	4.7

Swelling characteristics of urethane-based water sealing materials in the geotechnical injection method

S. Inazumi\*, K. Kato\*\*, M. Kobayashi\*\* and K. Shishido\*\*\*

\*Kyoto University \*\*Nippon Chemical Paint Co., Ltd. \*\*\*Tomec Corporation

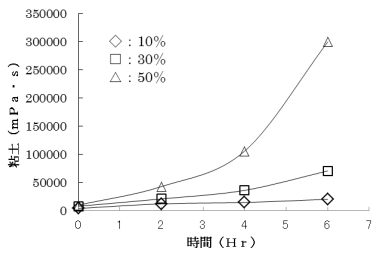


図1 粘度 (礫質土混合)

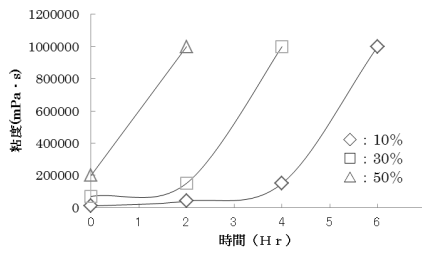


図2 粘度 (豊浦砂混合)

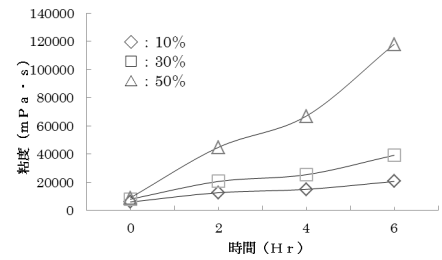


図3 粘度 (深草粘土混合)

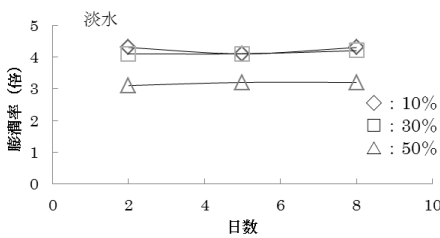


図4 膨潤率 (礫質土混合; 淡水)

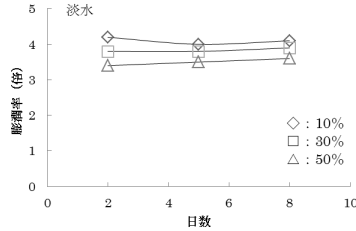


図5 膨潤率 (豊浦砂混合; 淡水)

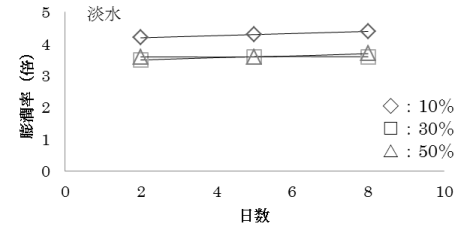


図6 膨潤率 (深草粘土混合; 淡水)

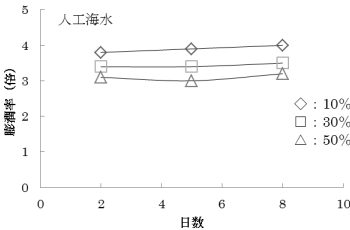


図7 膨潤率 (礫質土混合; 人工海水)

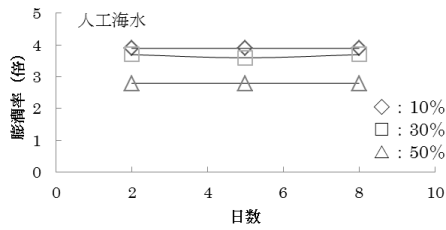


図8 膨潤率 (豊浦砂混合; 人工海水)

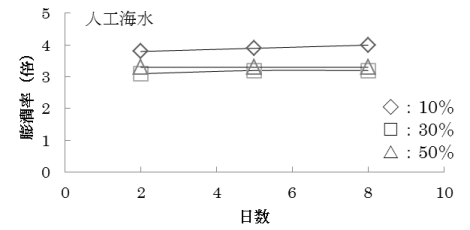


図9 膨潤率 (深草粘土混合; 人工海水)

#### 4. 結果と考察

図1~3は、ウレタン系膨潤止水材に土質材料の礫質土 (A)、豊浦砂 (B) および深草粘土 (C) を各々10, 30 および 50%混合した試験片の粘度特性を示す。いずれの土質材料も混合が増すに伴い、粘度上昇が大きくなる。また、土質材料の粒径が細くなるほど、粘度は上昇傾向にある。これは、粒径が細くなると表面積が大きくなるためであると考えられる。また、土質材料に含まれる水分量によっても粘度上昇に大きく影響を及ぼす。すなわち、検討しているウレタン系膨潤止水材は湿気反応で硬化する特性であり、土質材料に含まれる水分は硬化促進剤として働き、膜硬化を促進させる。よって水分を多量に含み、且つ放置時間が長くなるほどウレタン系膨潤止水材の硬化が進み粘度上昇が大きくなる。

図4~6はウレタン系膨潤止水材に土質材料の礫質土 (A)、豊浦砂 (B) および深草粘土 (C) を各々10, 30, 50%混合して形成した硬化膜の淡水環境下による膨潤率特性を示す。また、図7~9は人工海水環境下における膨潤率特性を示している。図4~6より、土質材料特性による膨潤率の差異はほとんどなく、混合量が増すと膨潤率が小さくなる傾向にある。これは、土質材料が増すと、逆にウレタン系膨潤止水材量が減少するために膨潤率が小さくなると思われる。人工海水条件下においても淡水条件下と同様の傾向を示している (図7~9 参照)。なお、膨潤率特性は、浸漬時間による膨潤率の低下はほとんどなく、一定の膨潤率特性が得られている。今回の基礎的な予備実験において、ウレタン系膨潤止水材と土質材料の組合せによる大きな欠点はみられなかった。よって、今後、実用化に向けて更に詳細な試験を検討する予定である。

#### 5. おわりに

本研究は、地盤改良の注入充填材への適用を目的にウレタン系膨潤止水材に着目し、このウレタン系膨潤止水材と土質材料組合せによる基礎検討試験を実施した。その結果、土質材料の混合による粘度、膨潤率特性への影響を把握することができた。今後、注入方法を含めた詳細な検討により実用化を模索する。

#### 【参考文献】

- 1) Inazumi, S. et al.: Material properties of water swelling material used as water cut-off treatment material at waste landfill sites, Journal of Material Cycles and Waste Management, 12/1, 50-56, 2010.
- 2) 稲積ら：遮水処理材としての膨潤性止水材の膨潤率および膨潤圧に関する実験的検討, 材料, 60/3, 2011, 掲載決定.