

ベントナイトを含む鋼管矢板の継手管充填材に関する強度と透水特性

一軸圧縮強さ 透水性 ベントナイト

岩田地崎建設 国際会員 ○八木 一善
 岩田地崎建設 正会員 石井 康則
 テクノパウダルトン 正会員 門馬 恒視
 アークアジア 正会員 玉田 健一

1. はじめに

鋼管矢板工法では、鋼管打設時に継手管内へ土砂が侵入し、これが鋼管の鉛直性や止水性を損なう原因となる。この問題を解決するために開発された木粉とベントナイトを混合した継手管充填材は、実際の施工で有効性が認められているものである。本論では、この充填材の地盤工学的な性質を把握するために、現場条件を考慮した室内土質試験を行った。三軸試験と一軸圧縮試験により、初期含水状態と浸水後の強度特性、浸水期間の増加による強度変化を調べた。また、継手管内に残して止水材として使用する場合を想定した透水試験も行った。

2. 継手管充填材の性質

充填材は、速やかに吸水しやすい 250 μ m 以下の木粉とベントナイトを 70% : 30% の割合で混合したペレット状 (直径 2~3mm, 長軸 3~5mm) である。含水比は 5% と低く、この状態を「自然含水状態」と以下では称する。写真-1 は浸水前後の充填材の状況である。充填材は浸水後直ちに吸水膨張し、細粒化および軟質化する。膨潤量は浸水 24hr で約 40% となる。また、ベントナイトの真比重は約 2.5 であるが、木粉を主体とするために土粒子の密度は 1.86g/cm³ である。なお、継手管内に袋詰めして設置する際の乾燥密度は 0.31g/cm³ であり、以下ではこれを「設置時密度」と称する。

表-1 充填材の性質

土粒子の密度 ρ_s	1.864 g/cm ³
含水比 w_n	4.6%~5.1%
膨潤量 (容積法) ¹⁾	37~40m θ
浸水崩壊時間	5 min
乾燥密度 ρ_d (袋詰め時)	0.31 g/cm ³

3. 試験方法

室内試験の方法は、基本的に JIS および JGS に準じている。供試体は自然含水状態の試料を用いて空中落下法で作製した。この浸水のない状態の充填材のせん断強さは、セル圧 49kPa, 98kPa, 196kPa の非圧密非排水三軸圧縮試験 (UU 試験) で調べた。供試体は ϕ 10cm, H=22cm, 供試体密度は設置時密度とそれ以上の 3 タイプである。また、浸水後に細粒化した充填材の強度と透水性を調べるため、供試体 ϕ 5cm, H=10cm の一軸圧縮試験と透水円筒 ϕ 10cm, H=12cm の変水位透水試験も行った。設置時密度の供試体をモールドに入れたまま浸水し、水深 0.2m, 5m, 10m の水圧に相当する鉛直荷重を与えた所定の浸水期間 (余圧密) の後に試験を実施している。

4. 試験結果と考察

図-1 に自然含水状態の充填材に関する UU 試験の結果を示す。図は、供試体が設置時密度の例である。ペレット状の充填材はやや脆く、応力が作用すると破砕が生じやすい破砕性材料である。このため圧縮性が強く、図でも主応力の増加に伴って軸ひずみが急増するという傾向を示している。

図-2 は、UU 試験による供試体密度と内部摩擦角 ϕ の関係である。ペレット状の充填材は粘着力成分をほとんど有していないと考えられるため、見掛けの粘着力をゼロとみなして軸ひずみ 15% 時の主応力によって ϕ を求めた。 ϕ と供試体密度には直線的な比例関係があり、例えばセル圧 49kPa での ϕ は 32°~41° である。このことから、浸水前の自然含水状態



写真-1 (左) 浸水前 (右) 浸水 5 分後

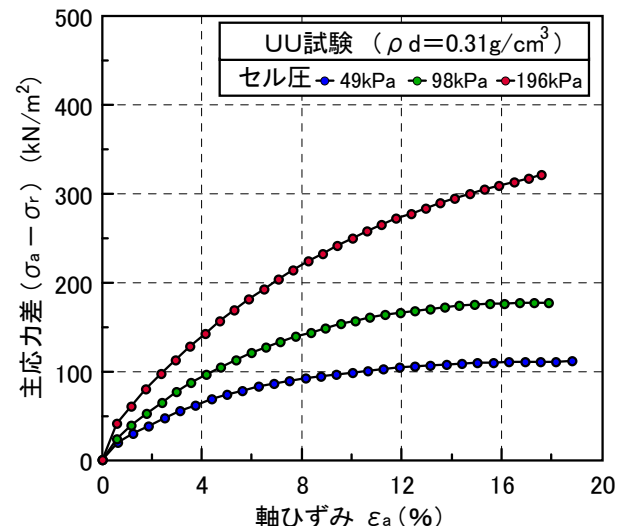


図-1 UU 試験による応力~ひずみ関係 (自然含水状態)

Strength and Permeability of Plugging Material with Bentonite for Inter Locking Joint Pipe

Yagi Kazuyoshi, Ishi Yasunori (Iwata Chizaki Inc.), Monma Tsunemi (Techno Paudalton) and Tamada Kenichi (Arc Asia)

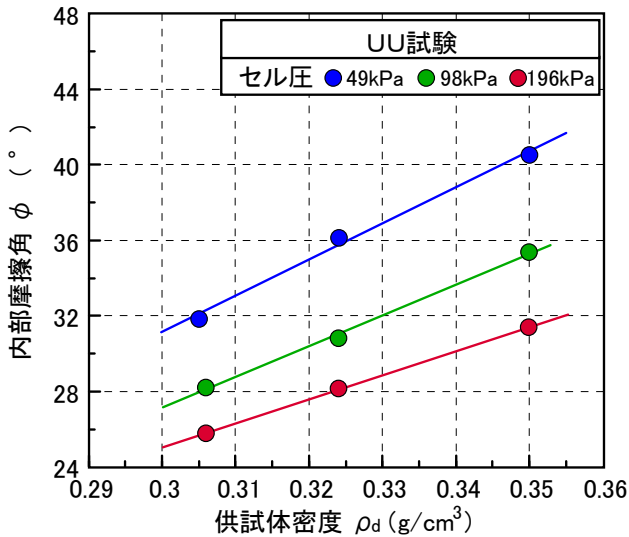


図-2 UU試験による応力～ひずみ関係の例 (自然含水状態)

の充填材はある程度のせん断強さを有していることがわかる。また、破碎性を示すためにセル圧の増加によって内部摩擦角は低下するという顕著な拘束圧依存性が認められる。

図-3 は、浸水 24hr の条件で充填材を膨張および細粒化させた後に一軸圧縮試験を行った結果である。余圧密時の荷重(水深)が大きくなるほど供試体は密実となり、一軸圧縮強さは増加する。しかし、水深 10m でも一軸圧縮強さは 7.3kN/m² という非常に低い値である。

施工では、鋼管打込み後直ちに継手管内の掘削を行うわけではないため、余圧密を 30 日間行った場合の一軸圧縮強さを調べたのが図-4 である。余圧密 24hr の結果と比較すると、水深 5m と 10m の場合で浸水期間が長くなることによる密度と強度の増加が生じている。ただし、その強度の増加はわずかであり、これが施工時に継手管内の掘削が容易になる理由と思われる。一方、水深 0.2m の場合は浸水時間が長くなっても密度や強度にほとんど変化はなく、長期間の低圧条件下で生じた吸水膨張により、含水比は約 10%増加している。

図-5 は、浸水期間 24hr の余圧密後に飽和 (6 日間) を行い、変水位透水試験を行った結果である。透水係数 k の値は全て 2.0×10^{-9} m/s 以下であり、細粒化した充填材は難透水性を示すことがわかる。このような結果は、細かい木粉の間隙がベントナイトで充填されているためと考えられるが、充填材をそのまま残して鋼管矢板の継手用止水材として利用できる可能性を示すものである。

5. まとめ

施工性と止水性のための鋼管矢板の継手管充填材について室内土質試験を行った。得られた結論は以下の通りである。

- 1) 自然含水状態の充填材はある程度のせん断強さを有している。これが継手管への土砂の侵入を防ぐ理由と考えられる。
- 2) 浸水して細粒化した充填材の一軸圧縮強さは著しく低い値である。浸水期間の増加によって強度増加は生じるが、基本的に低強度である。このことが、実施工で鋼管や継手管の貫入を阻害することなく鉛直性を保ち、鋼管設置後の充填材の掘削(除去)を容易にする大きな要因と考えられる。
- 3) 継手管に設置された充填材は、水圧に関係なく 1 日で難透水性 ($k=2.0 \times 10^{-9}$ m/s 以下) を示す。この結果は、浸水後の充填材の強度は低いものの、鋼管矢板の継手止水材として使用できる可能性を示している。

参考文献：1) 日本ベントナイト工業会：標準試験方法 ベントナイト(粒状)の膨潤試験方法 (JBAS-104-77)

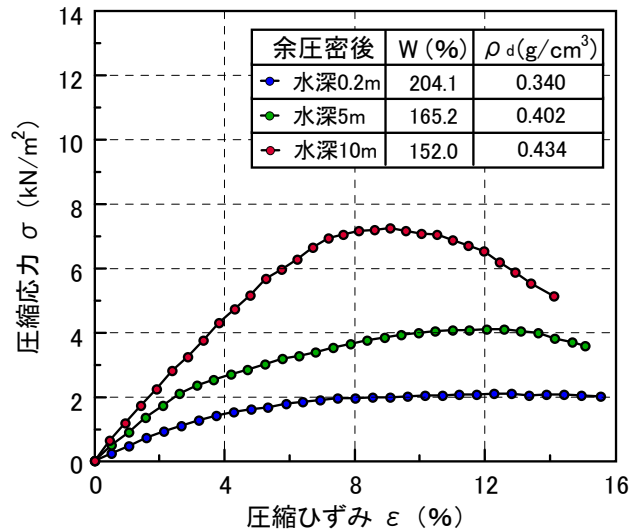


図-3 一軸圧縮試験結果 (浸水後 24hr)

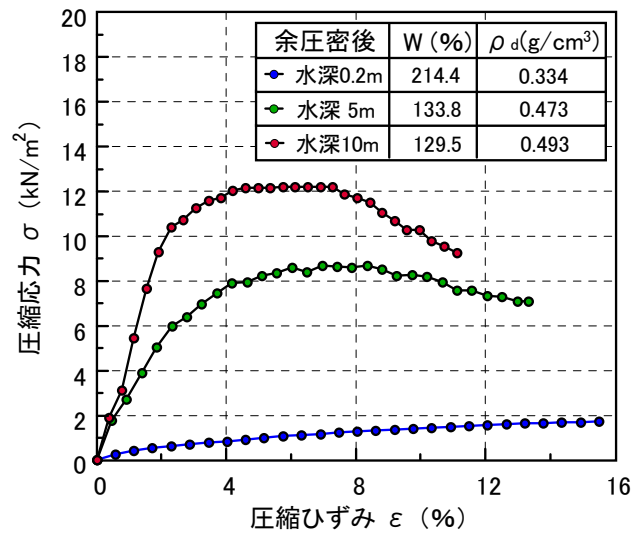


図-4 一軸圧縮試験結果 (浸水後 30 日)

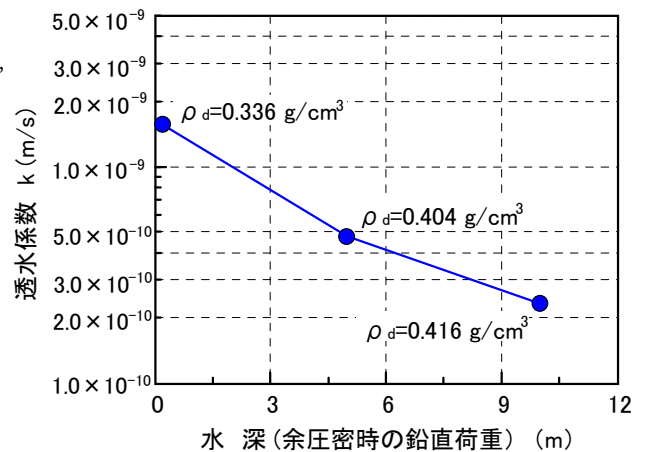


図-5 透水試験結果 (浸水後 24hr)