

Ⅲ－B35

模型砂地盤内に形成された ウレタン注入固化体の力学特性

奥村組 正会員 蛭子 清二、同 正会員 高橋 信行、同 中村 英樹
京都大学 正会員 斎藤 敏明

1. はじめに

山岳トンネル工事の切羽安定化対策として、AGF工法（All Ground Fasten）などの鋼管注入式先受工法が多く用いられている。同工法では、急速施工や鋼管周囲地山の改良と一体化を目的に、樹脂系の注入材が使用される場面が多い。具体的には、ウレタンやシリカレジンである。これらには固化時に膨張する性質があり、地山内への良好な浸透性と短時間に固化する点が魅力である。しかし、原位置の地山内に形成される固化体の形状や力学特性は十分に明らかにされていないのが実情と考えられる。

そこで、模型砂地盤内に実施工と同じ鋼管式ウレタン注入を行い、鋼管周囲に形成された固化体の材料試験を行なった。ここでは、固化体の具体的な形状とその力学特性を報告する。

2. 模型砂地盤

縦 50cm×横 50cm×高さ 30cm の型枠中央に有孔鋼管を設置し、その周囲に鬼怒川産の川砂を人力で突き固めて模型砂地盤を作成した。砂の粒度試験結果を表－1に示す。また、突き固めた後の模型砂地盤の特性を表－2に示す。

表－1 粒度試験結果

粒径 (mm)	重量百分率
粒径 $\geq$ 4.760	0.0
細礫分：4.760 $>$ 粒径 $\geq$ 2.000	2.1
粗砂分：2.00 $\geq$ 粒径 $>$ 0.420	43.7
細砂分：0.420 $\geq$ 粒径 $>$ 0.075	53.1
シルト分：0.075 $\geq$ 粒径 $>$ 0.005	1.1
粘土分：0.005 $\geq$ 粒径	—
コロイド分：0.001 $\geq$ 粒径	—

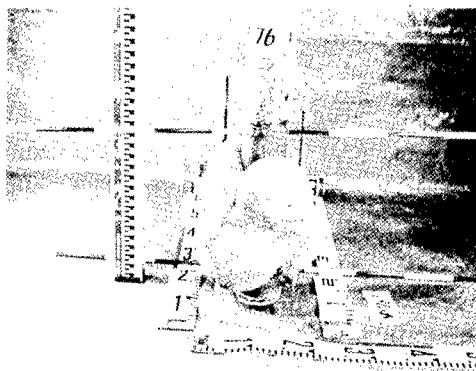
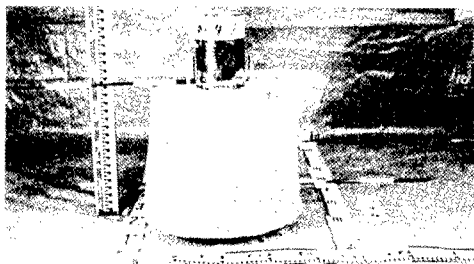
表－2 模型砂地盤の特性

密度 ρ (g/cm ³)	1.618～1.838
含水比 (%)	5.26 ～9.21
間隙比	0.350～0.421
変形係数 (MPa)*	26 ～ 30

*：ボーリング孔内載荷試験

3. 固化体の形状と力学特性

有孔鋼管の周囲には写真－1に示す固化体が形成された。



写真－1 固化体の形状

キーワード：山岳トンネル、鋼管注入式先受け工法、ウレタン、固化体、力学特性
〒300-2612 つくば市大字大砂 387・(TEL)0298-65-1783・(FAX)0298-65-0782

固化体の形状は、写真-1の上段のように円柱体形状であった。しかし、注入量が少なかった場合には、下段のように注入孔位置に球状の固化体が連なったいびつな形状であった。

固化体から作成したコアの力学特性をその一軸圧縮強度 S_c との関連で整理して図-1に示す。

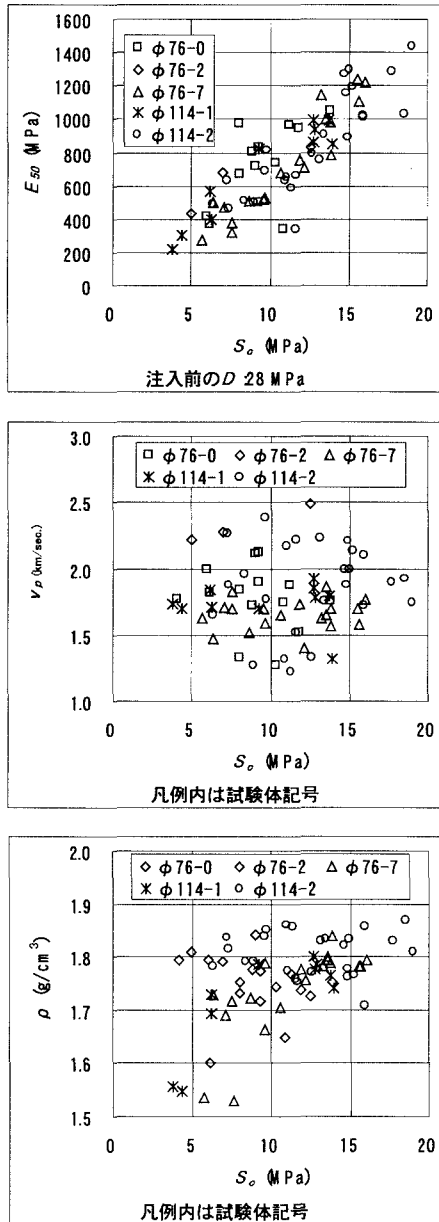


図-1 固化体の力学特性

ここで、 E_{50} :ヤング率、 ρ :密度、 v_p :P波速度である。 S_c と E_{50} の間には相関関係が認められたが、 v_p や ρ との間には明白な相関関係は認められなかった。また、引張強度 S_t も含めて、材料試験結果の具体的な数値の範囲を表-3に示す。

表-3 固化体の材料試験結果

S_c (MPa)	3.776~19.029
E_{50} (MPa)	214 ~ 1436
S_t (MPa)	0.253~2.055
v_p (km/sec.)	1.229~2.491
ρ (g/cm ³)	1.530~1.870

図-1と表-3から、均質な砂地盤であっても、そこに形成された固化体の力学特性がバラツクこと、 ρ は注入前の地盤と固化体とで大きく変わらないことが分かる。また、固化体の E_{50} は注入前地盤の7倍以上となった。

図-2は、注入前地盤の間隙比と固化体の ρ から推定したウレタンの膨張比と S_c の関係である。膨張比と S_c の間には明白な相関関係が認められず、膨張比が2~12倍程度にバラツいた。

4. まとめ

ウレタン注入による砂地盤の固化、一体化と力学特性を向上させる効果を示した。しかし、ウレタンの膨張比が一定ではなく、固化体が非均質であること、膨張比と固化体コアサイズの強度・変形特性との相関が見出されないことも明らかになった。

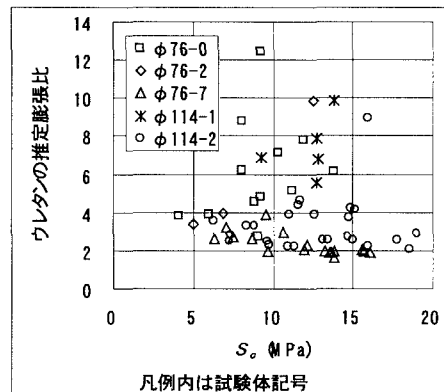


図-2 ウレタンの推定膨張比