

III-345 高圧噴射注入実験による逆T型改良固結体の特性について

株式会社フジタ 正具 ○田口善文 香川和夫
同 上 同 上 酒向信一

1. はじめに

近年、都市部での地下利用がめざましく、トンネル等を安全かつ経済的に施工するための効率的な地山の補強や止水方法の確立が望まれる。地盤の補強としては薬液注入工法が数多く用いられているが、その中でも高圧噴射による薬液注入工法は、地盤を強制的に置換あるいは攪拌混合するために非常に確実で経済的な方法である。筆者らはセメント-水ガラス系の瞬結型の薬液を用いて、高圧噴射により平板状の改良固結体を造成し、引抜速度等が固結体の形状に及ぼす影響について調べてきた¹⁾。今回は改良体に曲げが作用するような地盤の補強を目的として、改良体の断面剛性を増加させるために平板状固結体の上方に突起を付けた、いわゆる逆T型固結体を造成した結果について報告する。

2. 実験概要

実験は大型土槽内に盛土した地盤と自然地山で行った。実験概要および装置を図-1に示す。実験方法の詳細は既報¹⁾を参照されたい。土槽内に湿潤状態の山砂、浜岡砂およびセメントを3%混合した山砂を盛土し、十分に転圧した。自然地山においては $q_u=1.0\text{kgf/cm}^2$ 程度の粘性土地山とN値が50~60程度の砂質地山を対象とした。これらの地盤の粒度分布を図-2に示す。実験方法は水平方向にボーリングマシンで2.0m程度削孔後、

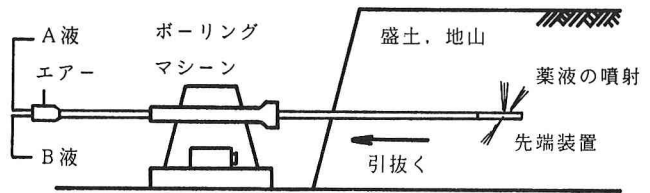


図-1 実験概要および装置

2.0m程度削孔後、ロッド先端のモニターの左右および上方の三方向から薬液を高圧噴射させながら、一定速度でロッドを引抜くことにより逆T型の固結体を作製した。薬液は表-1に示すように水ガラス-セメント系の瞬結型を用いた。実験時の薬液温度は20℃前後であり、ゲルタイムは40~50秒である。注入は2ショット方式を用い、薬液噴流のまわりにエアーを併用した。

表-1 薬液の配合

A液 (ℓ)	B液 (kg)
水：水ガラス 1：1	水：微粒子セメント 1.68：1
薬液1m ³ 中、水ガラス250ℓ、セメント250kg	

3. 実験結果

写真-1および図-3に一連の実験における逆T型固結体の代表的な形状を示す。固結体は薬液を三方向に噴射しながら一定速度で引抜くために図のように逆T型を呈しており、

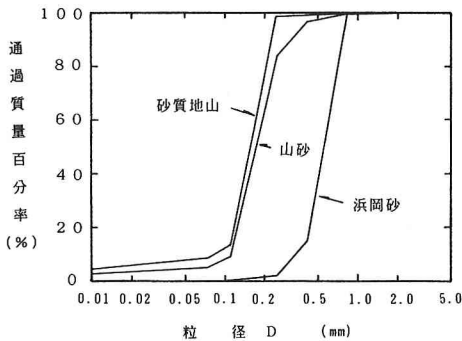


図-2 粒径加積曲線



写真-1 造成された逆T型固結体

斜線で示す薬液の攪拌混合部と浸透部に大別される。表-2に各注入地盤に対する逆T形固結体の出来形の一覧を示す。表はポンプ圧力100kgf/cm²引抜速度50cm/minの場合である。浜岡砂の場合、粒径が比較的大きいため浸透部分が厚く、攪拌混合部と浸透部の境界が明確でない。山砂およびソイルセメントでは粒径が小さいために浸透部が少なく、全体の厚さが薄くなる。砂質土および粘性土地山においては攪拌混合部および浸透部の厚さが極端に薄く、幅も小さくなる。また、鉛直方向の突起と水平方向の平板の厚さを比較すると、前者は後者と同等か多少厚くなっている。表-3は引抜速度を100cm/minとした場合である。固結体の厚さは早く引抜くために土質によらずほぼ一定であり、表-2の引抜速度50cm/minの場合に比較して固結体の幅は変わらないが、厚さが極端に小さくなっている。

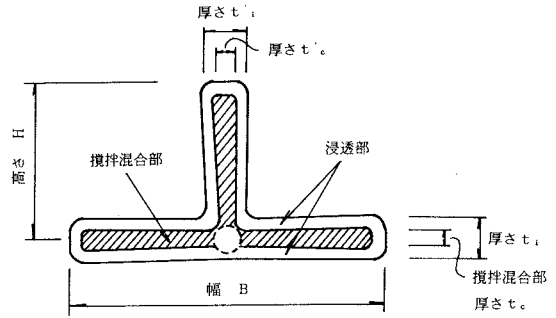


図-3 代表的な逆T型固結体出来形

表-2 逆T型固結体の出来形 (引抜速度50cm/min) 単位 (cm)

出来形 \ 注入地盤	浜岡砂	山砂	ソイルセメント	砂質地山	粘性土地山
厚さ t_i (厚さ t_c)	23 (不定)	17 (13)	12 (8)	5.0 (4.5)	6.5 (6.0)
幅 B	150以上	150以上	150以上	90	95
厚さ t'_i (厚さ t'_c)	-	-	13 (9)	4.5 (4.0)	9.0 (8.0)
高さ H	-	-	60	47	38

次に、逆T型固結体の鉛直方向の突起の有無で曲げ引張強度がどの程度増加するかを調べた。実験方法は土槽内で造成された固結体を取り出し、スパン1mでの単純梁の中央部に集中荷重を加えて計算上の曲げ引張強度を求めた。ただし、各ケースでの固結体の厚さ、幅が同一でないために直接破壊荷重を使って比較できない。表-4に実験結果のうち、各ケースの固結体の断面係数をそのまま使用して求めた計算上の引張強度 σ_T およびカツレツ試験による引張強度を示す。No.1,2は平板状固結体であり、全体の曲げ引張試験による σ_T はコア供試体の σ_T より多少小さい。これはコア供試体が攪拌混合部のものであるのに対して曲げ引張試験では固結体全体の断面係数を使用したためである。一方、No.3の逆T型では曲げ引張試験による σ_T はコア供試体の6割程度となっており、平板状固結体と同程度の引張強度を有する。このことは逆T型固結体が断面的に非常に有利であることを意味する。

4. まとめ

種々の地盤に対し、瞬結型薬液を三方向に高圧噴射させて逆T型固結体を造成し、その出来形および強度について調べた。その結果、注入地盤の粒度分布、強度および引抜速度等に応じて逆T型固結体の出来形は変化し、また、鉛直方向の突起があることにより全体的な引張強さは増加することなどが分った。

参考文献：1) 田口ら；高圧噴射注入実験による改良固結体の特性について、第25回土質工学会年講、1990

表-3 逆T型固結体の出来形 (引抜速度100cm/min) 単位 (cm)

出来形 \ 注入地盤	浜岡砂	山砂	ソイルセメント
厚さ t_i (厚さ t_c)	13 (不定)	9 (5)	7 (4)
幅 B	150以上	150以上	150以上
厚さ t'_i (厚さ t'_c)	15 (不定)	-	11 (7)
高さ H	65	-	60

表-4 逆T型固結体の曲げ引張強度

ケース	形状	固結体の断面係数 $Z=I/y$ (cm ³)	コア供試体の引張強度 σ_T (kgf/cm ²)	計算上の曲げ引張強度 σ_T (kgf/cm ²)
No. 1	平板状	650	5.5	3.5
No. 2	平板状	920	5.5	3.8
No. 3	逆T型	6700	6.0	3.6