

III-14 噴射水による地盤掘削について

広島工業大学 正員 鈴木 健夫
 広島工業大学 正員 島 重章

1. まえがき 我国における注入工法は多方面に利用されているが、地盤の不均質性、異质性、堆積状態の複雑性のため、計画と施工の一致への信頼性の薄いことが欠点である。この一対策として考案されたのがジェットグラウト工法である。この工法が土質安定工法として利用できる理由として、必要範囲に設計注入量の施工制御が容易であり、砂や細粒土地盤にも適用でき、ノズルの軌跡変化によりどのような形状のものでも周囲の地盤を乱すことなく施工できることなどが挙げられる。以上より、本研究は高压ポンプとノズルを用いて、2種類の地盤を掘削して噴射水の水平および垂直移動による施工を行ない、また、安定液濃度を変化させた場合の掘削後の沈殿土砂量の時間変化を確かめ、さらにセメントモルタル注入により硬化後の強度の測定を行った。

2. 実験装置および方法 図-1に示すように、装置は最大圧力250 MPa、容量5 l/minの高压ポンプと1mm口径のノズルおよび容量100 lのモルタルミキサーから成り、ノズル先端からの噴流流体の動水圧測定、噴射水による地盤掘削およびモルタル注入による連続壁の打設を行なった。動水圧は空中および水中での水噴流が距離とともに減衰するので、噴流中心軸上で荷重変換器により測定した。掘削施工中はモルタルミキサーにて攪拌した安定液を掘削空がきに供給して掘削面の安定を行ない、安定効果の確認は掘削後の沈殿土砂量の時間変化により行なった。連続壁の強度試験は4×4×16 cmの供試体による曲げおよび圧縮強さを測定した。掘削地盤の土試料は図-2に示すようなマサ土および砂である。マサ土地盤は広島工業大学内造成地のものである。砂は一般に建設工事に使用されているもので、縦1.5 m、横2.0 m、深さ1.2 mのマサ土地盤と置換し、稀固めて実験に供した。マサ土および砂の物理的諸性質も図-2に示した。安定液はバントナイトを10%、15%および20%濃度の溶液にして使用した。掘削容積はマサ土地盤が長さ1.80 m、幅0.05 m、深さ1.00 mを、砂地盤で長さ1.00 m、幅0.10 m、深さ0.50 mを目標とした。スライム処理の方法は掘削面両側にボーリング孔を設け、その両孔に流入させた。

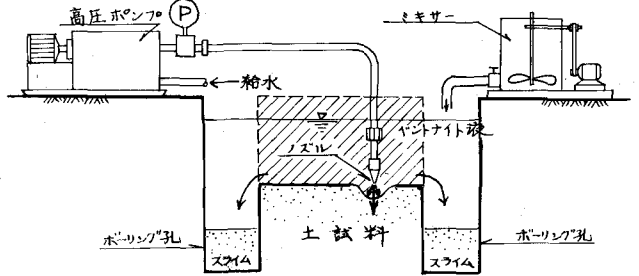


図-1. 実験装置概略図

はバントナイトを10%、15%および20%濃度の溶液にして使用した。掘削容積はマサ土地盤が長さ1.80 m、幅0.05 m、深さ1.00 mを、砂地盤で長さ1.00 m、幅0.10 m、深さ0.50 mを目標とした。スライム処理の方法は掘削面両側にボーリング孔を設け、その両孔に流入させた。

3. 実験結果 噴流流体の動水圧の測定結果を図-3に示した。空中噴射ではノズル出口圧力を保持する初期領域が中心軸上20 cm位までである。それ以上の距離になると水噴流は拡がり圧力の低下による乱れを示し、さらに霧状になって

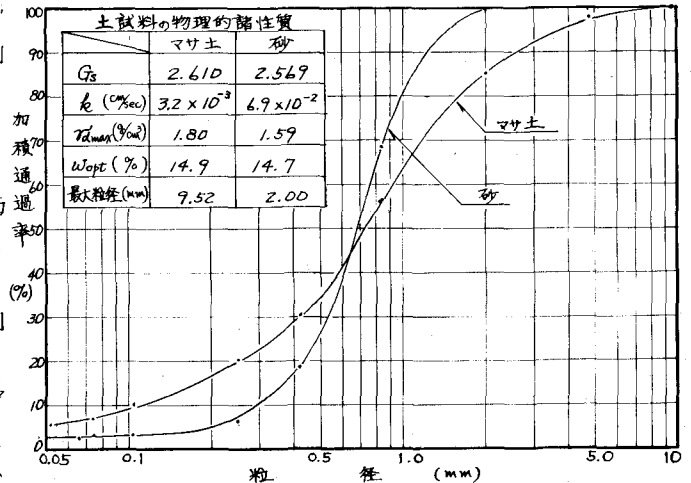


図-2. 土試料の粒径加積曲線

不連続流を示す。水中の場合には連続流があるが、かなりの圧力低下を示し、水中での効率の低い事を示した。掘削実験のポンプ圧を 100 kg/cm^2 にし、目標の掘削空間を得るためにマサ土と砂の地盤に掘削実験を行なった結果を表-1に示し、掘削後の壁面安定効果を沈殿体積変化率として図-4に示した。砂地盤は(A)の場合、供給した安定液の10%濃度が掘削に使用した水に拡散希釈したため、壁面の崩壊が大きくなり沈殿土砂量も多い。(B)および(C)は安定液濃度を各々15%および20%とした場合で、沈殿体積変化率が(A)に比して5割以下と小さく、砂地盤の壁面安定に効果のある事を示した。マサ土地盤は表-1の(D)に示す

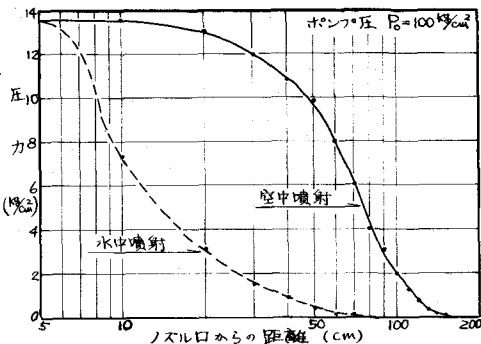


図-3 ノズル口からの距離と圧力の関係

ように掘削幅が小さく、目標の空げき体積も得やすいが、地盤の密度が砂より高いため、掘削時間は多くかかるようである。安定液は10%濃度を供給したが、掘削壁中の約100ℓの水に拡散希釈

表-1. 掘削実験結果

種類	土試料	掘削時間	掘削長×幅×深さ	初期空げき体積
(A)	砂	8分	100.00×22.50×48.25 ^{cm}	108562.5 ^{cm³}
(B)	砂	8分	98.00×11.75×49.25	56711.4 ^{cm³}
(C)	砂	8分	102.00×9.00×49.75	45670.5 ^{cm³}
(D)	マサ土	75分	186.00×6.00×98.00	109368.0 ^{cm³}

したため、安定液としての効果は少なかった。いずれも安定液の供給により60分以内に沈殿体積の変化が終了するようである。スライムは掘削壁側のボーリング孔に乱された状態で流入するので処理が可能であるが、マサ土は細砂分以下を20%含むので、砂に比して掘削壁内に沈殿する量が多く、図-4の体

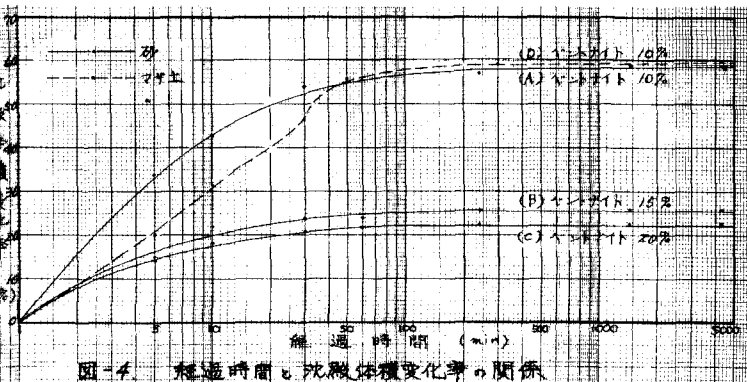


図-4 経過時間と沈殿体積変化率の関係

積変化率の大きい事も一因であると思われる。安定液中でのセメントモルタル打設は地中に造成した空間への注入であるから容易である。図-5にセメント：砂＝1：2、 $w/c = 0.65$ で $4 \times 4 \times 16 \text{ cm}$ 型枠にて成形した供試体の曲げおよび圧縮強さを示した。ヤントナイトの混合増加に伴い、強度は反比例現象を示した。安定液と置換しながら打設したセメントモルタルの枝分7日の圧縮強さは図-5中の表に示したが、かなりの強度低下を示した。この要因としては、ヤントナイトおよびスライムの混入によるもの、および水中での固結結果によるものと思われる。

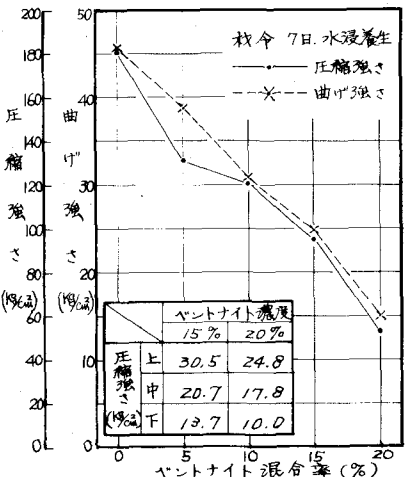


図-5 ヤントナイト混合セメントモルタルの強度試験

4. むすび 以上、噴射水による地盤掘削の基礎的な実験結果を述べたが、砂質土地盤の連続壁掘削およびスライム処理が可能である。さらに今後、噴射水による地盤掘削と安定処理に関し実験検討を重ねたい。

終りに、この研究に御協力いただいた本学卒業生の佐吉 克理君、谷野 茂君、河本 静雄君および吉木 次郎君に深謝致します。