

軟弱砂質粘土に於ける高圧噴射攪拌工法（GTM工法）の試験工事

(株)親和テクノ 正会員 丸田博文
(株)地盤技術リサーチ 正会員 斉藤孝夫 羽田 寛

1. はじめに GTM工法の軟弱砂質粘土地盤に於ける改良体造成工事の報告である。プレカット・硬化材・圧縮空気・噴射ノズルの数などを変化させ、改良体の造成に与える影響を調べた。なお、他の高圧噴射攪拌工法についても比較検討した。

2. 試験工事 GTM工法¹⁾は、二重管タイプの高圧噴射攪拌工法である。図.1で示す様に、造成対象範囲を水・空気削孔によって上方から下方へプレカットして地盤を緩めて、下方から上方へ硬化材・空気によって造成するのが標準工法である。硬化材圧力が 400kgf/cm²、吐出量が2ヶ所の噴射孔よりそれぞれ 85ℓ/minで全体として170ℓ/min、引上げ速度が7min/mが標準仕様である。表.1に改良工緒元をまとめた。No.1～No.3では、プレカット緒元は共通、造成時間がNo.1とNo.2で7～6min/m、No.3では15min/m、圧縮空気諸元がNo.1・No.2とNo.3では異なる。No.4・No.5・No.6は、プレカットを実施しない場合である。No.4とNo.5の施工諸元は同等である。No.6では圧縮空気の混入は無く、硬化材のみを使用している。以上、No.1～No.6までは、噴射孔数は2であるが、No.7・No.8・No.9では噴射孔数が1である。No.10・No.11は高圧噴射単管工法である。硬化材の吐出量は等しいが、噴射孔の数が異なる。普通ポルトランドセメントは、硬化材1m³当たり760kgとした。図.2は、試験工事対象地盤である。改良部分は、GL-1.5m～-4.5mで、緩い締まりの砂質粘土である。

3. 改良状態 造成終了10日後、掘削によって改良状態を目視観察した結果を図.3にまとめた。

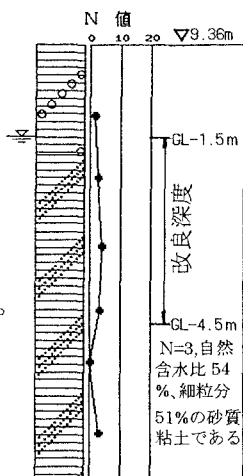


図.2 土質条件

- ①硬化材 1m³当たりの標準配合
普通ポルトランドセメント 760 (860) kg
混和剤 12 (13) kg
水 750 (716) l
- ②造成工程の標準引上げ速度は7分/mである。

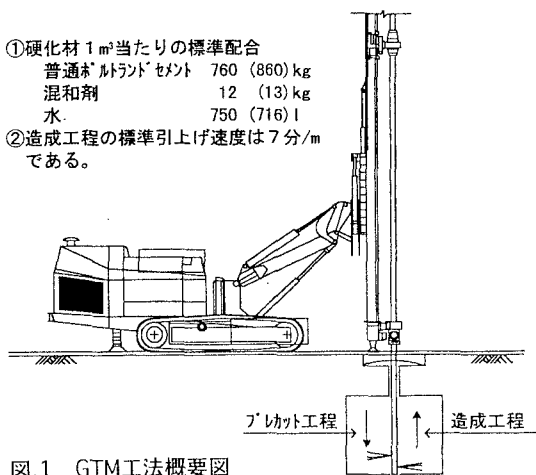


図.1 GTM工法概要図

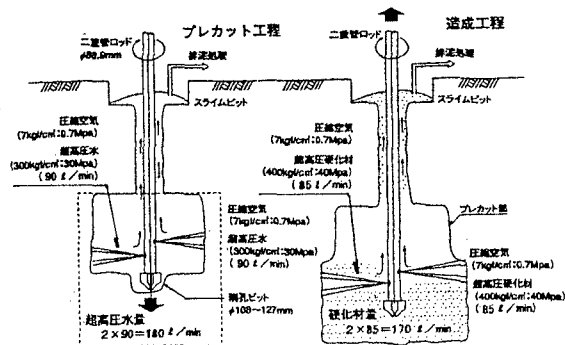


表.1 改良工緒元 (改良深度: GL-1.5m～-4.5m)

工法	No.	工程	プレカット 圧力	造成		備考
				硬化材	圧縮空気	
GTM 工法	1	プレカット (2min/m)	300kgf/cm ² 2×95 l/min			プレカット緒元は、すべて共通。 造成時間が、No.1とNo.2は、7.6min/m、No.3では、15min/m、No.1・No.2とNo.3では、圧縮空気緒元に差がある。
	2	造成 (7min/m)		400kgf/cm ² 2×90 l/min	6kgf/cm ² 2×2.7m ³ /min	
	3	造成 (15min/m)		400kgf/cm ² 2×90 l/min	7kgf/cm ² 2×1.4m ³ /min	
	4	プレカット (2min/m)	300kgf/cm ² 2×95 l/min			プレカットなし。 No.4、No.5は施工諸元は同等。 No.6は、圧縮空気がなし。
	5	造成 (6min/m)		400kgf/cm ² 2×90 l/min	6kgf/cm ² 2×2.7m ³ /min	
	6	造成 (4min/m)		400kgf/cm ² 2×90 l/min	7kgf/cm ² 1×3.4m ³ /min	
	7	プレカット (27min/m)				No.7、No.8は、No.9の造成時間は、No.7とNo.8の1/3である。
	8	造成 (27min/m)		250kgf/cm ² 1×80 l/min	7kgf/cm ² 1×2.5m ³ /min	
	9	造成 (8min/m)		250kgf/cm ² 2×40 l/min	250kgf/cm ² 1×80 l/min	
単管 工法	10	造成 (4min/m)		250kgf/cm ² 2×40 l/min		硬化材量が等しい場合の、ノズルの数の相違。
	11	造成 (4min/m)		250kgf/cm ² 1×80 l/min		

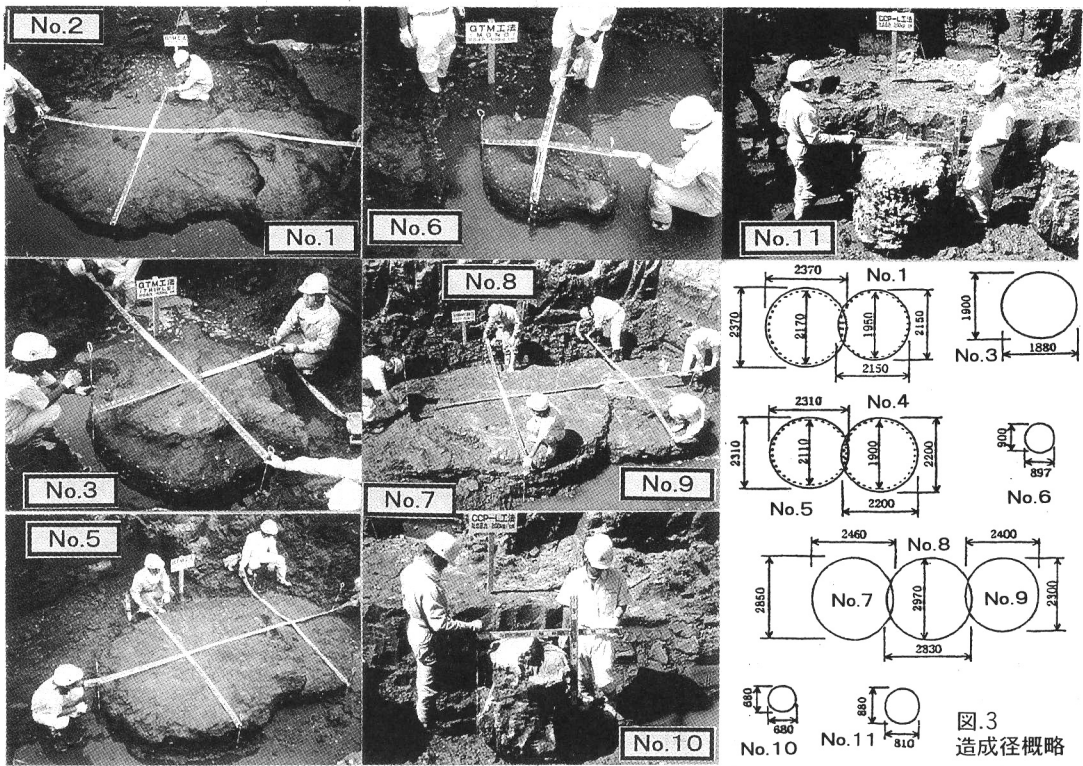


図.3
造成径概略

主な特徴は次の通りである。

① プレカット実施のNo.1～ No.3に於いて、造成径はNo.1とNo.2はほぼ同じで $\phi 2.2$ m、No.3では $\phi 1.9$ mである。圧縮空気の量が、No.3ではNo.1とNo.2の1/2であった。② No.4・No.5はプレカットがなく、他の条件はNo.1とNo.2と等しい。造成径は、No.1とNo.2のものと同等である。

③ 軟弱な砂質粘土では、プレカットは造成径に影響を与えない。硬化材混入圧縮空気量が多いと、造成径は大きくなる。④ No.7・No.8・No.9（片噴射）の造成径はNo.1～ No.5の場合と比較して大きい。これは、この部分の地山の砂分含有量が多いのが原因であろう。引上げ速度が27min/mから8min/mに変更すると、造成径は減少する。⑤ 造成時に圧縮空気の混入のない硬化材のみの場合、造成径はNo.6・No.11・No.10の順に減少する。⑥ 造成時の圧縮空気の効果は、No.7・No.8・No.9とNo.10・No.11を比較する事によって明確になる。⑦ 一軸圧縮強度（図.4）は、造成孔中心から60cm離れた位置でのボーリング採取コア供試体の例である。プレカットは造成前の地山含水比を増加させる為に、No.1・No.3の強度はプレカットの無いNo.4よりも少ない。No.4とNo.7の比較から、造成引上げ速度を7min/mと速くしても、硬化材噴射条件を高度化する事によって十分安定な改良体を造成する事ができる。

4. 結論 転石・玉石・砂礫地盤での施工例^{2), 3)}と、今回の試験工事結果を加味すれば、GTM工法はすべての地盤に対して適用可能な高压噴射攪拌工法である事が確認された。

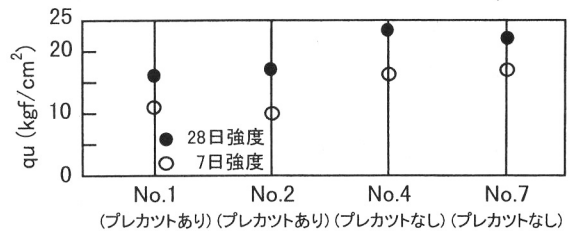


図.4 GTM改良体の一軸圧縮強度

参考文献：1)NIJ研究会、GTM工法技術資料、1997、 2)久湊ら、第34回地盤工学研究発表会、PP.889～890、1999、 3)小竹ら、第54回土木学会年次学術講演会、第Ⅲ部門、PP.462～463、1999