

土中ジェットの実験的研究(その2)
(土の攪拌効果について)

鴻池組正 ○南川洋士雄

〃 正 野口真伸

〃 正 小松賢一

1. まえがき

セメント溶液などの固結剤を使用して構造物の沈下防止あるいは地盤改良を行なう噴射攪拌工法は、一般の薬液注入工法と異なり、その改良範囲をソイルセメント柱として確実に設定でき、さらに噴射圧力やノズル径あるいは溶液濃度を適宜選定することにより所望の強度や直径を持つ柱状体を形成させることができる。しかしながら、本工法においては固結剤を高圧で噴射し、かつ回転引上げを行なうことにより固結剤と土との混合攪拌を地盤内で行なうため、土中におけるジェットの混合攪拌機能が非常に重要なものとなってくる。本報ではこのセメント溶液のジェットを利用した土の攪拌効果について土槽実験を行ない、ソイルセメント固結土の強度と均一性について検討した。

2. 実験方法

実験地盤として6.5×2.3×1.4 mのコンクリート土槽に20 m³の海砂(粒径0.15~2.0%, 均等係数2.4, 比重2.66)を入れ、振動と水締めとによつて間隙率約42%, 乾燥密度約1.55 t/m³に締め固め、N値2~4の飽和砂地盤を作製した。地盤内への固結剤の噴射は表-1に示す条件で図-1のように、あらかじめ直径1.8 cmのノズルを地表面下80 cmの位置に設置し、所定の回転速度と噴射圧力のもとに一定速度で引上げてソイルセメント柱を作製した。柱はそのまま土中に一週間養生し、掘り出して重量, 体積, その他の測定を行なった後、空中養生した。16ヶの柱についてφ5.6 cmのコアを中心から10 cm間隔に採取し(うち2ヶは採取不能)、一軸圧縮強度とその試験片を用いてB D T A分析を行なつてCa⁺⁺量からセメント混入率(乾燥重量%)を計算した。

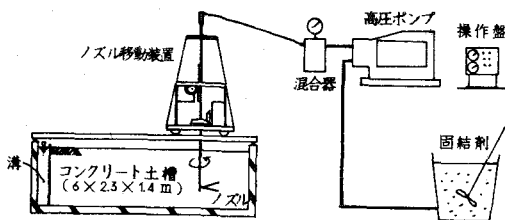


図-1 実験方法図

表-1 噴射条件

ノズル径	1.8 cm
噴射圧力	100および200 kg/cm ²
噴射量	15.3~24.0 l/分
ノズル回転数	21 rpm
施工深度	GL-80~40 cm
ノズル引上速度	7.5, 15, 30, 45 cm/分
固結剤	セメント溶液
配合	W/C: 100, 150, 300%

3. 結果および考察

図-2は噴射圧力200 kg/cm²の代表的な4ケースにおけるソイルセメント柱の半径方向のセメント量の分布状況であり、混入率の0軸上の各点はその柱の実測半径を示す。固結剤のW/Cは1, 2, 3は150%, 4は300%で、各々の引上げ速度は上から順に7.5, 15, 30, 45 cm/分とした。セメント量は中心よりも中間部がわずかに多くなる傾向がみられ

るが、全体的に混合攪拌は十分に行なわれ均一なものになっている。なお図中の(数値)は各々の総注入セメント量を全重量で割った平均セメント注入率(乾燥重量%)であり、実測値が平均値より大きいのは外周部の低セメント部分の存在と実験開始時に流入する余分の固結剤のためであると考えられる。

図-3, 4は採取された全試料の一軸圧縮強度および弾性係数とセメント混入量との関係であり、ともにセメント量との明確な相関性が認められる。

図-5はソイルセメント柱の半径方向の強度分布で横軸は中心からのサンプル採取距離(距離/柱半径)、縦軸は圧縮強度(強度/各柱毎の平均強度)を示している。この結果平均強度の70%以下のものが全体の6%程度あり、強度のパラツキもかなり大きく認められるが、中心からの距離による強度の増減はあまり明確でなく、概略20%程度の強度のパラツキが全体にみられている。強度と噴射条件の関係についての詳細な説明は別の機会に譲るが、パラツキの大きくなる原因は固結剤の濃度と噴射量(固結柱体積との相対量)があげられる。すなわち噴射量が少ない場合には攪拌が不十分で部分的に不均一となりやすく、また濃度が低い場合には強度も小さくバラツキやすい結果となっている。前記コア採取不能の柱のセメント注入率は6%、固結剤の注入率(注入溶液量/固結土柱、体積%)は約12%であり、右図に示したものはセメント注入率6~18%、また固結剤の注入率は20~65%の範囲であった。

4. あとがき

以上の結果より地盤中に高圧噴射する固結剤の濃度と噴射量を適当に選ぶことにより強度および均一性に考慮をはらったソイルセメント柱の設計・施工ができると考えられるが、地盤条件や噴射条件によつて形成されるソイルセメント柱の大きさが異なってくるため、試験杭の施工によつて配合と噴射量のチェックする必要があると思われる。

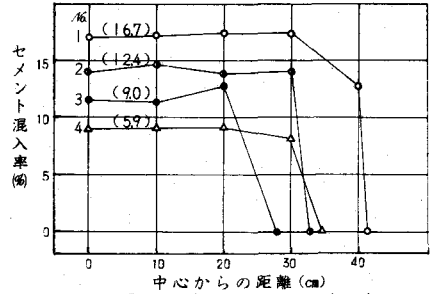


図-2 半径方向のセメント分布

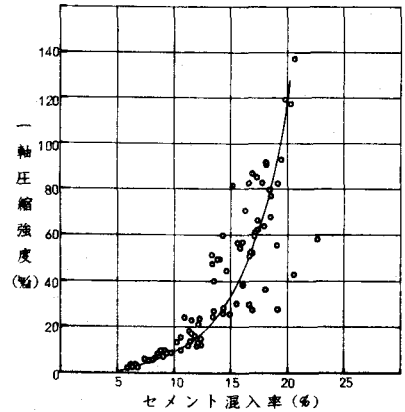


図-3 圧縮強度-セメント量

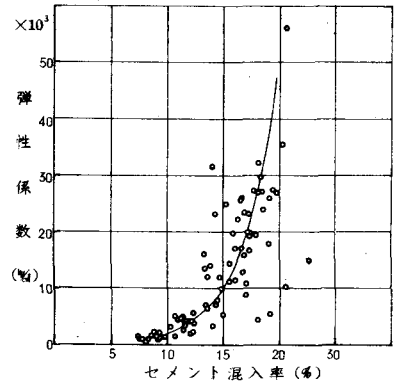


図-4 弾性係数-セメント量

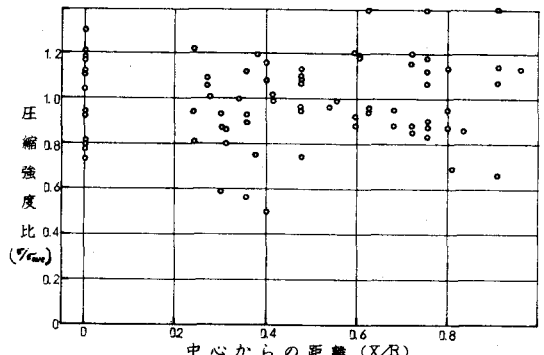


図-5 半径方向の強度の分布