

III-332

交番水流による土の水中締固め工法の影響因子

日本大学大学院

○（学生会員）

青沢 正樹

日本大学理工学部

（正会員）

徳江 俊秀

I. 始めに 前報⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾での課題を受けて、装置に改良を加えて実験を行った。その結果、本工法の原理を用いて、相対密度100%近くまで締固まることが確認できたので報告する。

II. 試料及び実験装置

II-1 試料 試料は岐阜砂を用い、 $e_{max}=1.10$, $e_{min}=0.73$, $Uc=1.76$, $Gs=2.63$ である。水中投入直後の初期間隙比は、 $e=1.12$ 前後であった。

II-2 実験装置 装置の概略図を図-1に示す。

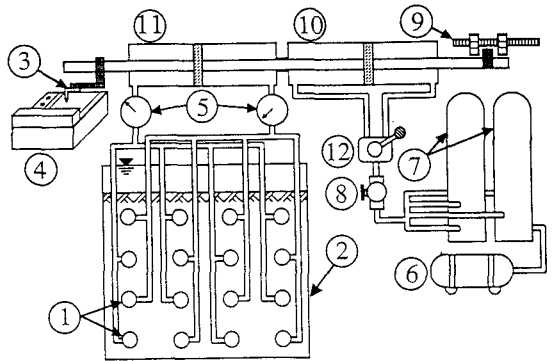
前報⁽⁴⁾の装置の問題点を以下に挙げる。①ピストン軸が偏心するためピストン速度が上がらない。②ピストン軸の分だけシリンダー左右室で断面積に差があり、給排水量に差が生じる。③ピストン軸に発生する衝撃に水平加速度計が耐えられないために、正確な速度計測ができない。④空気シリンダーの空気圧が、所定の空気圧に到達する前にピストンが動き出してしまう。

これらの問題点を次のように改良した。①シリンダーを直結しピストン軸の偏心をなくした。②ピストン軸をシリンダー内に貫通させ、シリンダー左右室の断面積の差をなくした。③ピストン軸の先にペンを取り付け、直接その動きを記録し速度を求める方式にした。④圧力の供給経路長を短縮し、経路断面積を4倍に増やした。

III. 実験方法及び実験条件 実験方法は次の手順で行う。①有孔管を配置(本数16本、管間隔は上下左右共に100mm)する。②水槽に水をいれ水シリンダー内の空気抜きを行う。③水槽に岐阜砂を投入し100回載荷(5, 10, 15, 25, 35, 50, 65, 80, 100回載荷したときにピストンの平均速度、左右水圧計の読みを記録)する。④水槽内の水抜き後、サンプリングを行う。今回注目した駆動因子としては、1:供給空気圧Pa 2:ピストンストロークSt 3:有孔管の一つの孔からの噴出水流速度Vw(ピストンの平均速度より、連続の方程式を用いて算出したもの)の3点である。

IV. 実験結果及び考察

IV-1 供給空気圧と噴出水流速度の関係 図-2に供給空気圧Paと噴出水流速度Vwとの関係を示す。これより次のことが言える。①Pa=4, 6, 8 kgf/cm²と上げると、噴出水流速度Vwもそれに応じて速くなる。これはPaが高いほどピストンを押す力は大きく、ピストンの平均速度が速くなるためである。前報の装置で問題となったピストン軸の偏心は、解消されたと考えられる。②同じ供給空気圧PaではストロークStが短いほど噴出水流速度Vwは速い。ピストンは弁を切り換え空気圧がピストンに加わった瞬間に最も速く動き、その後ピストンの変位にともなう空気体積の増加による圧力の減少、及びピストンとシリンダー内壁



1 有孔管 2 水槽 3 記録ペン 4 記録計 5 水圧計
6 コンプレッサー 7 エアータンク 8 圧力調整弁
9 ストローク調整器 10 空気シリンダー
11 水シリンダー 12 手動切り換え弁

図-1

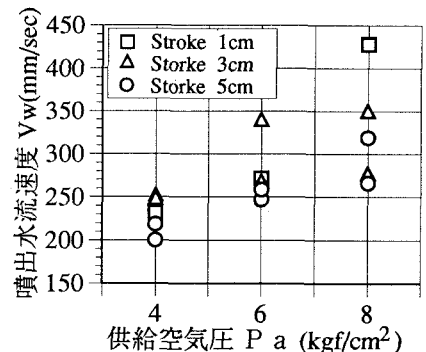


図-2

面の摩擦の影響を受け遅くなる。そのため、ストローク St が短いほどこれらの影響はなくなり、噴出水流速度 V_w は速くなったと考えられる。

Ⅳ-2 相対密度に及ぼす供給空気圧の影響 図-3に各ストロークの供給空気圧 Pa と締固め完了後の相対密度 Dr の関係を示す。これより、マクロには最大で $Dr=100\%$ 近くまで締まっていることが分かる。さらに詳細に影響因子について検討すると、先ず供給空気圧 Pa が上がると相対密度 Dr も高くなっている。これは供給空気圧 Pa を上げると、図-2に示したように噴出水流速度 V_w は速くなり地盤への浸透力（せん断力）も大きくなった結果と考えられる。また、同じストローク St では供給空気圧 Pa を上げるとより密に締まる傾向にあるが、 $Pa \geq 6 \text{ kgf/cm}^2$ では、締固まりの程度に大差は認められない。

Ⅳ-3 相対密度に及ぼすストロークの影響 ストローク St が長いと噴出水流速度 V_w が遅くなることは前に述べた。図-3より、ストローク St が長いほど相対密度 Dr は高い値を示す。ストローク St が長いとは、地盤中に水が流れている時間が長く、純粋せん断状態の継続時間が大きいということである。つまり、純粋せん断状態が長いほど密に締固まり、相対密度 Dr は高くなることが認められる。この結果は、締固めにはある程度以上の V_w が必要であるが、同時に純粋せん断状態の継続時間も締固めに無視できない重要な因子となっているといえる。

Ⅳ-4 相対密度に及ぼす噴出水流速度の影響 図-4, 5にストローク $St=3, 5 \text{ cm}$ の噴出水流速度 V_w と相対密度 Dr の関係を示す。各ストローク St とも噴出水流速度 V_w が速くなると相対密度 Dr は大きくなるが、ある V_w を境に Dr は小さくなる傾向が認められる。その境は、この実験の装置と方法では管間隔 100 mm の場合、 $V_w=270 \text{ mm/sec}$ 付近である。これは、同じ継続時間でも噴出水流速度 V_w が遅いと、土に作用するせん断力が弱いめ締固まらず、逆に噴出水流速度 V_w が速すぎると、孔から噴出した直後に水流が拡散、あるいは渦を巻き、一種の Overcompaction が発生したためかえって締め固まらなかった結果とも考えられる。

V. まとめ 以上の結果を整理すると、①本工法でも、条件によっては $Dr=100\%$ 近くまで締固まる。②有孔管の配置間隔に応じて最適噴出水流速度 V_w が存在し、かつ、せん断の継続時間も重要な因子である。この2点が判明した。今後は、有孔管の配置間隔を広げ、配置間隔とこれらの因子との関係を検討していきたい。

Ⅵ. 終わりに 本実験を行う際に、助手の梅津喜美夫氏、平成4年度学部生の坂本君、菅野君の助力と、試験機を改良して下さった(株)東京試験工業の橋本氏に深く感謝します。

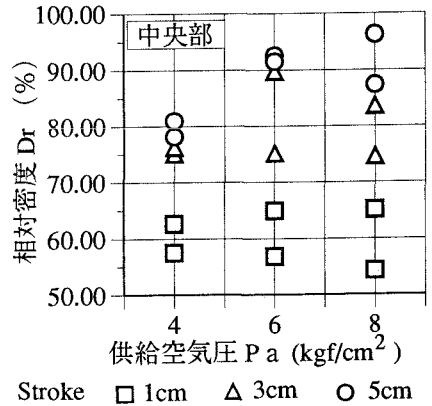


図-3

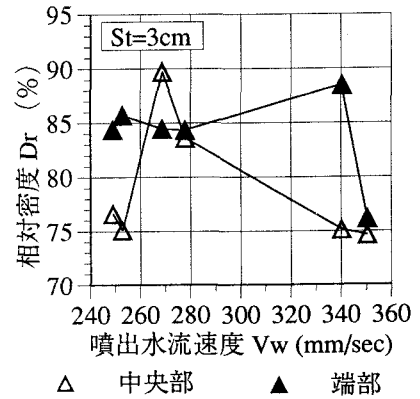


図-4

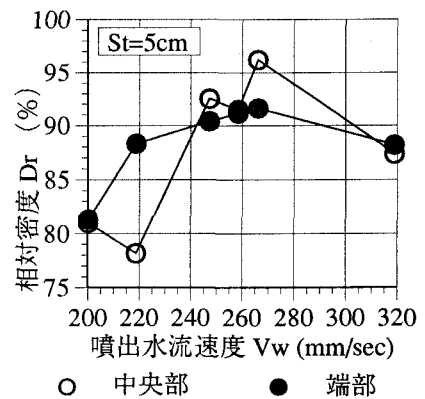


図-5

<参考文献>

- (1) 徳江他 「交番水流による水中締固め工法」第24回土質工学研究発表会1989, 6
- (2) 徳江他 「交番水流による水中締固め工法(第2報)」第26回土質工学研究発表会1991, 6
- (3) T.Tokue et al. 「Underwater Soil Compaction By Cyclic Water flow」Proc. of Inter. Conf. on Geotechnical Engrg. for Coastal Development. vol.1 1,1991
- (4) 徳江他 「交番水流による土の水中締固め工法」第47回土木学会年次学術講演会1992, 9