

土中ジェットの実験研究(その1)

(固結剤の噴射攪拌による周辺地盤への影響)

鴻池組	正員	川崎	健次
"	"	中沢	重一
"	"	○ 南川	洋士雄
"	"	馬場	哲郎

1. まえがき

土中にセメントなどの固結剤を高圧噴射して地盤の改良あるいは構造物基礎を補強する噴射攪拌工法は一般の薬液注入工法と異なり、噴射圧力とノズル径とによつてその改良範囲を確実に設定できる長所を有し、また設備も簡単で経済的である。しかし施工中の高圧噴射によつて周辺の地盤に影響を与えることが考えられるが、土中ジェットの挙動が複雑であるためまだこの点については解明されていない。本報ではその一例として施工中の周辺地盤の浮上現象に関する測定結果を報告する。

2. 実験概要

本実験は図1に示すN値2~10の緩い砂とシルトの地盤で実施した。なお地下水位はGL-0.4mである。実験の方法は図2に示すように砂または砂利を敷いた上にコンクリートスラブ(2m×2m×0.2m)を設置し、GL-1.2mからスラブ底面まで表1に示す条件で表1 ジェット噴射条件固結剤を噴射回転し、一種のソイルセメント杭を作製した。施工時のスラブと地表の変位はゲイアルゲージによつて測定した。なおケース2と3ではスラブの変位と併行して反力梁に作用する浮上力の測定には荷重計(共和LU10TE)を用いた。さらにケース1と3においては水压計(大阪計測P5K)を深さ6, 9.5, 11m、水平距離25~55cmの位置に埋設した。

ノズル径	1.8mm
噴射量	235ℓ/分
噴射圧	200kg/cm ²
ノズル回転数	20rpm
ノズル引上速度	2.2cm/分
固結剤配合(1m ³)	
水 740ℓ	
セメント 500kg	
水ガラス系硬化剤 100ℓ	
ゲルタイム約30分, 比重1.34	

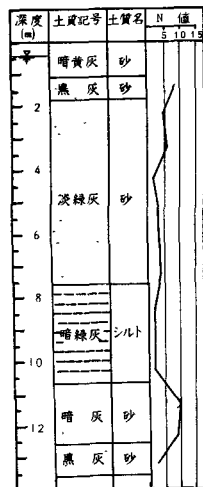


図1 柱状図

3. 実験結果および考察

図3は各ケースの浮上量(スラブ4隅の平均値)と、ケース2の浮上力の測定結果であるがこれによるとケース2のみ顕著な浮上現象がみられ、噴射ノズルが地表下2m付近に達した時から急激に発生している。ケース1および3では浮上現象は殆んどみられない。この原因は両ケース共、コンクリートスラブ下に敷砂利を施したため、固結剤の漏出が起り、スラブに浮上力として作用しなかったことと、ケース1の場合には水压計の埋設に際して周辺地盤が乱されたために浮上圧力が分散されたためと考えられる。表2には特定方向にお

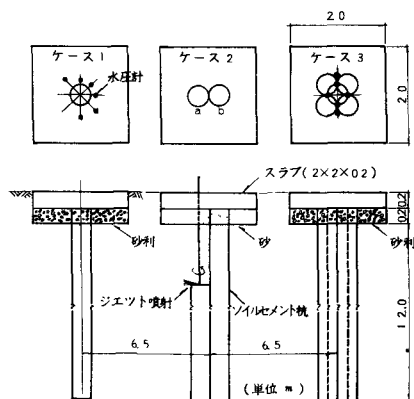


図2 施工方法

ける周辺地盤の浮上量の測定値を示しているが、施工による影響範囲が3～4 mであることが分つた。

写真にはコンクリートスラブ撤去後のケース2の2本のソイルセメント杭の頭部を示しているが、接着面においても、杭径と

表2 周辺地盤の浮上量(mm)

ほぼ同程度であることがわかる。スラブに作用した浮上力がこの接着面の杭圧によつて生じたと考えると、最大浮上力発生時(4 tとスラブ自重2 tを加えて6 t)にはその圧力は3 kg/cm²、また施工完了時には1.5 kg/cm²と計算される。しかし実際には周囲の地盤も浮上しているため、これを考慮して浮上現象を図4のようにモデル化すると、

測点	スラブ中心からの距離(m)			
	1.5	2	3	4
ケース1(1本)	2	2	2～3	2～3
2(2本累計)	15	7～8	1～2	0
3(中央の1本)	1	0	0～1	0

$$P \times A = F + W = F + \frac{\pi}{3} Z^3 \tan^2 \theta \cdot r - \Delta W$$

ここに P ; 杭の内圧, A ; 杭の断面積

F ; 上載荷重(浮上力の測定結果+スラブ自重)

W ; 浮上土の重量, θ ; 土クサビ角度

ΔW ; スラブの体積に相当する土の重量

r ; 土の単位体積重量, Z ; 施工時の杭頭深度

図3のケース2 aの結果より杭直径50 cm, $r = 0.6 \text{ t/m}^3$ (水中), Z = 施工深度とすると、Z = 2 m, F = 2 tの場合とZ = 1.0 m F = 4.6 tの実測値を用いれば、杭の内圧は

$$P = 3.3 \sim 2.4 \text{ kg/cm}^2 (\theta = 45^\circ \text{仮定})$$

$$P = 6.0 \sim 2.7 \text{ kg/cm}^2 (\theta = 55^\circ \text{仮定}) \text{となる。}$$

従つて本地盤内の地表付近に発生した杭の内圧は6～3 kg/cm²程度であつたと推定される。しかし注入材料のロツドやスラブ周辺からの漏出によつて浮上現象は減少する結果となつており、当然のことながら杭内圧はこの漏出抵抗圧以上にはならない。また、ジェットの噴射条件や地盤条件(間げき, 透水性, 圧縮性)あるいは周囲の条件等によつてその大きさは変化することが考えられるため、今後多くのデータ収集を行ない更に詳しい検討を加えたい。なお本実験に御協力下さつたニツサンフリーズ機の八木正史氏に謝意を表する。

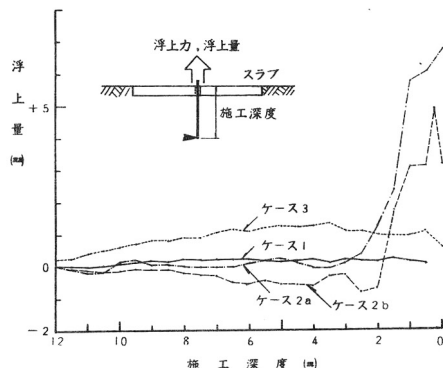
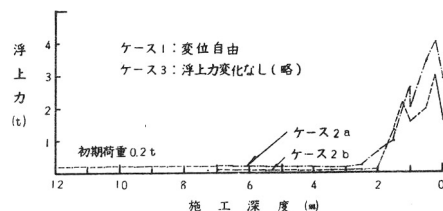


図3 浮上量, 浮上力の測定結果

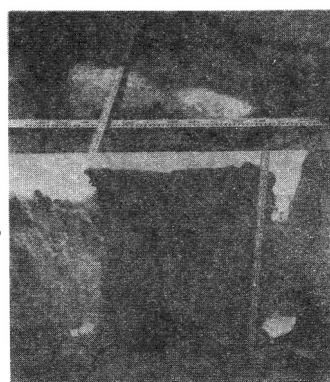


写真 ケース2の杭頭付近

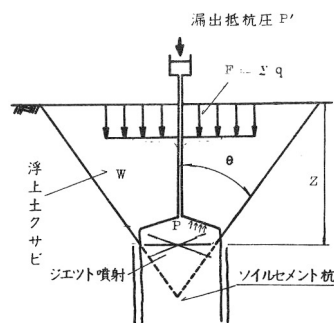


図4 浮上現象のモデル