

モルタル注入による砂地盤の締固め効果

九州大学大学院 学生会員 ○朝長 菜美 フェロー会員 善 功企
 正会員 陳 光斉 正会員 平松 浩三

1. 目的

砂地盤の液状化対策として用いられている、コンパクショングラウチング工法等の密度増大工法は、建設現場では地盤改良効果が得られている。しかし、実際にはその締固め機構には未解明な点が多く、改良メカニズムを解明するには改良体の注入形状の把握、周辺地盤の長期的応力変化および密度増加を調べる必要がある。本研究では砂地盤に実際のモルタル注入を行い、砂地盤の締固め効果について実験を行った。

2. 内容

1) 実験方法 実験装置は、地盤中の所定の深度を一要素と仮定し、砂地盤にモルタルの注入を行った。実験装置を図-1に示す。実験手順としては、①実験装置の中心にスリットがあいた金属製のモルタル注入用パイプを設置 ②空中落下法により豊浦珪砂を用いて砂地盤を製作 ③深さ 80mm 地点に土圧計および変位計を設置 ④地盤上部から空気圧により上載圧を载荷 ⑤砂地盤が安定した後、注入機でモルタルの圧入、である。測定項目は、モルタルの注入圧および注入量、所定の位置の水平土圧、変位である。実験ではまず、スランプ試験、フロー試験を行いコンパクショングラウチングに適したモルタルの配合を決定した。次に 2 種類のモルタル注入機(応力制御・ひずみ制御)で注入を試み、注入に成功したひずみ制御注入機を用いることに決定した。以上の設定でモルタルの注入量が 900cm³と 1300cm³の 2 ケースについて実験を行った。

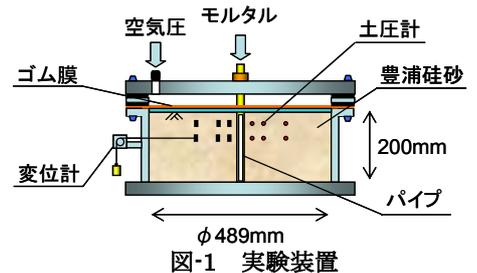


図-1 実験装置



(a)応力制御注入機を使用 (b)ひずみ制御注入機を使用

写真-1 注入したモルタルの形状

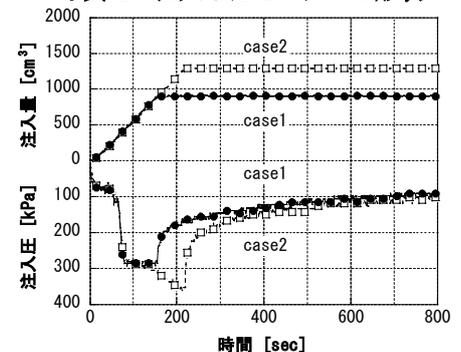


図-2 時間-注入機の注入圧・注入量

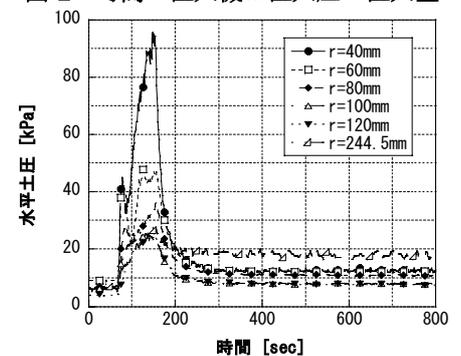


図-3 時間-水平土圧 (case1)

2) 実験結果および考察 2-1) 応力制御注入機を使用して注入した場合のモルタルを写真-1(a)に、ひずみ制御注入機を使用して注入した場合のモルタルを写真-1(b)に示す。応力制御注入機を使用した場合、注入されたモルタルの内部には空洞ができていた。これは注入圧を空気圧でかけており、モルタルの注入終了後空気が注入されたためである。両者に共通して、下に行くほど土圧が増大するため、モルタルの注入半径は小さくなった。

2-2) モルタル注入時の注入量と注入圧の関係を見るために、図-2に注入機の注入圧・注入量と時間の関係を示す。900cm³注入した場合を case1、1300cm³注入した場合を case2 とした。どちらの場合も注入終了時に注入圧は最大値をとっており、時間経過とともに減少したが、最終的にはほぼ同じ値に収束した。

2-3) 時間経過に伴う水平土圧の変化を見るために、図-3に case1における時間と水平土圧の関係を示す。case1、case2共に水平土圧の最大値はモルタル注入終了時に現れた。最大値をとった後は、100秒後にはそれぞれ一定の値に収束した。全ての点において、最終的な水

キーワード 砂、セメント、静的、締固め

連絡先 〒812-8581 福岡市東区箱崎 6-10-1 九州大学大学院 防災地盤工学研究室 TEL092-642-4399

平土圧は、注入前の値より大きい値に収束した。

2-4) 各時間における側圧係数 K を調べるために、図-4 に case1 における半径と側圧係数 K の関係を示す。 $t=0\text{sec}$ のときに K は $r=40\text{mm}$ の点で最大となり、 $r=100\text{mm}$ あたりで最小となった。case2 については、 $t=0\text{sec}$ の時点で K は $r=60\text{mm}$ の点で最大値をとり、最終的な値も $r=244.5\text{mm}$ の点に次いで大きな値をとった。時間経過とともに K は減少し、最終的には $r=40\sim 80\text{mm}$ で 1.0 以上の値に収束し、また他の点でも、注入前の値より大きい値に収束した。case2 では case1 に比べてばらつきが大きく、 $r=60\text{mm}$ の点を除いた点で 1.0 以上の値に収束した。

2-5) case1 の各位置における時間と応力緩和率の関係を図-5 に示す。 o_{ht} は任意の時間における水平土圧、 o_{hmax} はモルタルを注入して最大となった時の水平土圧と定義した。また、 $o_{ht}=o_{hmax}$ となった時を $t=0\text{sec}$ とした。case1、case2 に共通して、時間が経つにつれて応力緩和率の減少が小さくなった。case1 と case2 を比較すると、モルタルの注入量が大きいほど応力緩和に要する時間は長くなるということが分かった。また、最終的な応力緩和率と、半径を砂地盤の半径(244.5[mm])で割り無次元化したものの関係を図-6 に示す。図-6 より杭近傍ほど応力緩和率は大きく、また、各位置での応力緩和率は case1、case2 でほぼ同値であるという事が言える。

2-6) 各位置の変位は、モルタルの注入量に比例して増加し、注入終了後には変位に変化は見られなかった。各位置での変位を累乗関数で近似し、case1 と case2 の半径と平均体積ひずみの関係を図-7 に示す。この場合、圧縮を正とした。杭周辺ほど体積ひずみが大きくなり、また、注入量が多いほど体積ひずみも大きくなることわかる。

2-7) 注入量の違いによる液状化強度比の違いを見るため、図-8 に半径と液状化強度比の関係を示す。液状化強度比 R_{max} は次に示す式で求めた。

$$R_{max} = \frac{1+2K}{3} \times 0.0042 \times Dr$$

グラフより、液状化強度比 R_{max} はモルタルの注入量が多いほど大きく、半径が大きいほど小さくなる、ということが分かる。

3. 結論

1)注入したモルタルは土圧の影響を受け、下部ほど注入半径は小さくなる。2)応力緩和率は杭近傍ほど大きく、その収束値は、注入量の違いによって変化しない。3)モルタルの注入後、最小でも注入前の 1.2 倍の側圧係数が得られる。4)モルタルの注入量が多いほど、大きい側圧係数が得られる。5)液状化強度比 R_{max} は半径が大きくなると小さくなり、注入量が大きくなると大きくなる。

【参考文献】1)山田隆、野津光夫；非振動式締固め砂杭工法による砂地盤の固め効果、第 31 回地盤工学研究発表会概要集、pp.49-50,1996。

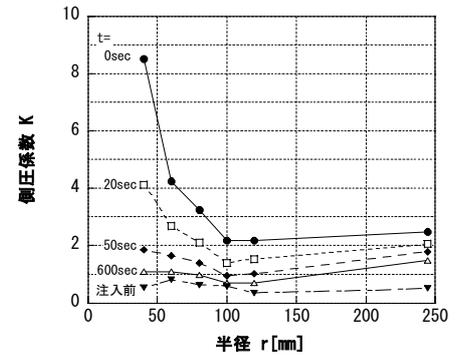


図-4 半径—側圧係数 K (case1)

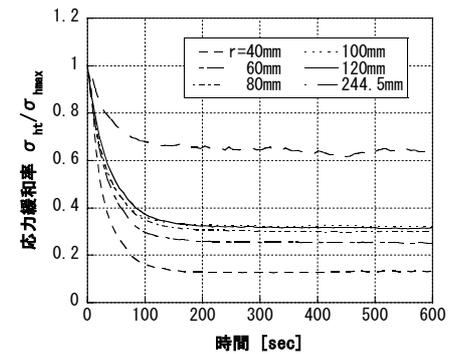


図-5 時間—応力緩和率 (case1)

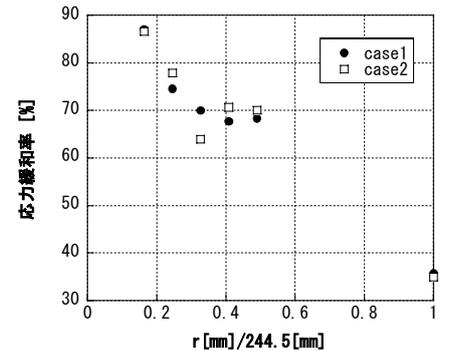


図-6 $r/244.5$ —応力緩和率

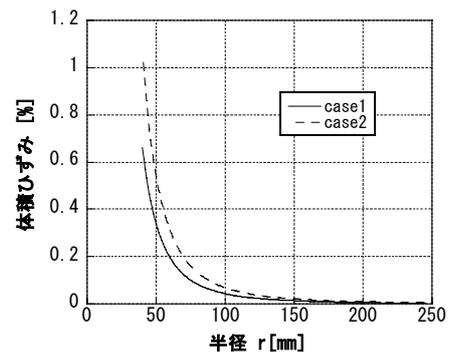


図-7 半径—体積ひずみ

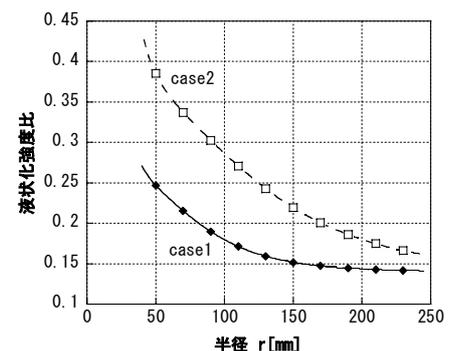


図-8 半径—液状化強度比