

細粒分を多く含む砂層および粘土層への静的締固め砂杭工法の適用 (その3) 粘性土層内の間隙水圧挙動

ハザマ 正会員 ○松本江基 正会員 高月 修
正会員 山崎 勉 正会員 村井貞人
不動建設 山田 隆 正会員 野津光夫

1. はじめに

砂層やローム層などからなる洪積地盤上で大規模な土壌浄化工事を実施した¹⁾。深層混合処理機でスラリー溶液を地盤と機械的に混合攪拌する工法を用いた結果、短期間で高濃度に汚染された広域地盤を、法規制の基準値以下の濃度まで浄化することができた。また、スラリーと共に繰り返されて強度低下した地盤の早期増強を図るため、粘土地盤での適用実績が増えつつある静的締固め砂杭工法を採用し、所定の期間内に目標強度まで地盤強度を増強した。本報では、砂杭施工に伴う粘性土層内の間隙水圧挙動について述べる。

2. 砂杭施工に伴う粘性土層内の間隙水圧挙動

図-1 に示す先行施工エリア(C 地点)と本施工エリア(D 地点)で間隙水圧を観測した。地盤は概ね GL-12m より上部が粘性土層でその下方 GL-20m 程度までが砂質土層である。C 地点付近の砂杭深度は約 21m、D 地点付近では約 10m である。間隙水圧計は砂杭間の中央部に設置し、C 地点で GL-4m、-6m、-8m の3深度、D 地点で GL-6m、-8m の2深度で観測を行った。D 地点では、砂杭の施工順序に伴う間隙水圧への影響を詳細に調べるため自動計測とし、最短1分間隔で計測した。

2.1 先行施工エリア(C 地点)での間隙水圧挙動

先行施工エリアの間隙水圧の経時変化を図-2 に示した。砂杭施工による過剰間隙水圧の増加量は 17 ~ 53kPa で、深い地点ほど大きい増分を示し、その消散には概ね 20 日程度を要した。同図には先行施工エリアからおよそ 10m 離れた地点の砂杭内(観測井: GL-3m)の水位を併せて示した。図-2 によれば、

32 日付近の水位のピーク時期と間隙水圧の一時的な増加時期がほぼ一致するとともに、40 日以降の水位低下と間隙水圧の減少速度は概ね一致しており、両者の間には相関が認められる。

2.2 本施工エリア(D 地点)での間隙水圧挙動

本施工エリア(D 地点)での過剰間隙水圧の経時変化を図-3 に示す。図-4 は砂杭施工順序である。施工と水圧変化の関係を詳細に示した図-5 によると、砂杭施工箇所が計測地点に概ね砂杭長の距離まで近づくと過剰間隙水圧が増加し始め、最も近接した時点で最大の過剰間隙水圧を示した。過剰間隙水圧増分が大きいのはケーシング貫入時で、その後の拡径時には水圧変動への影響はあまり大きくなかった。また、砂杭の施工箇所が計測箇所最近接して間隙水圧がピークを示した後、そこを通り過ぎると過剰間隙水圧はほとんど増加することなく徐々に低下した。その低下曲線の双曲線法から推定される 80%圧密度に要する期間は GL-6m 地点で 2 日、GL-8m 地点ではおよそ 20 日で、50 日経過すると過剰間隙水圧はほとんど消散するとみてよい。

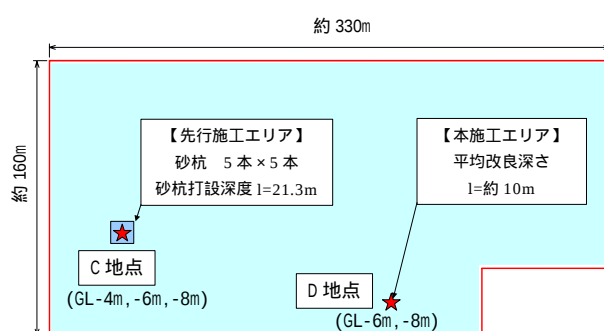


図-1 間隙水圧の観測位置

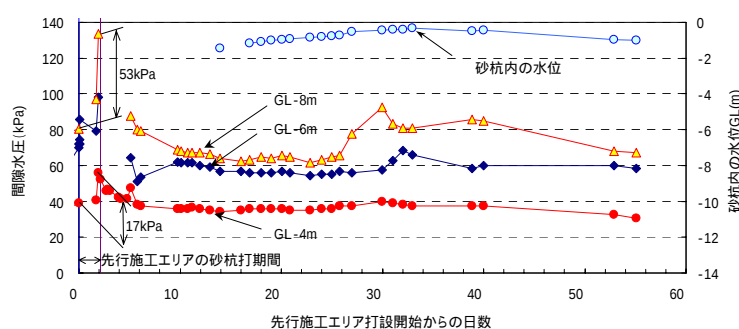


図-2 先行施工エリア(C地点)の水圧挙動

キーワード：地盤改良、静的締固め砂杭工法、軟弱地盤、間隙水圧、強度増加、打設順序

連絡先：茨城県つくば市荻間西向 515-1 TEL 029-858-8813 FAX 029-858-8819

3. 過剰間隙水圧の増分と地盤強度の関係

砂杭打設による粘性土地盤の強度増加は、過剰間隙水圧の発生とその消散によってもたらされる。実務上、著者は砂杭打設による平均有効応力の増加量 $\Delta p'$ を(1)式で表現している²⁾ので、過剰間隙水圧の増加量 Δp_w は(2)式のように表される。

$$\Delta p' = \frac{4}{3} \cdot c_0 \cdot \ln \frac{R}{r_e} \cdot U \quad (1)$$

$$\Delta p_w = \frac{4}{3} \cdot c_0 \cdot \ln \frac{R}{r_e} \cdot (1-U) \quad (2)$$

ここで、 c_0 ：原地盤強度(kPa)、

R ：杭長(m)、 r_e ：杭1本の有効円半径(m)、 U ：圧密度

今回観測された過剰間隙水圧の増加量（図-6）に強度増加率 $m=0.3$ を考慮して強度増加量を求めると図-7 のように 6～20kPa となる。この増加量にサンドマット荷重 1.3m 厚による強度増分量 7kPa(=1.3m×17.6kN/m³×0.3)を加算すると地盤強度の総増加量は 13～27kPa となり、この増分量は実際に得られた粘性土層の強度増加量¹⁾と概ね一致している。また(2)式に基づき過剰間隙水圧増分量から初期強度 c_0 を推定すると、図-8 に示すように原地盤の初期強度分布とほぼ一致するとともに、改良後の地盤強度も図-9 に示すように推定値は実測値とのよい一致を示した。以上のことから、(2)式による水圧増加量の推定が概ね妥当であることが確認された。

4. まとめ 打設位置が概ね砂杭長まで近づく粘性土内の過剰間隙水圧が増加しはじめ、再接近時にピーク値を示す。その量は今回のケースでは最大 70kPa 程度で、深い地点ほど大きい値を示した。水圧増分量から推定される初期地盤強度や地盤強度増分は実測値と概ね一致した。

【謝辞】計測業務に携われたハザマの川添陽生氏と不動建設の松沢論氏に深甚の感謝の意を表します。

参考文献：1)高月ほか：細粒分を多く含む砂層および粘土層への静的締固め砂杭工法の適用（その1）土木学会第59回年次学術講演会（投稿中）、2)西尾、野津、仁田尾：建設発生土をSCPの杭材料に用いた地盤改良後の圧密沈下量の簡便な推定方法、土木学会第54回年次学術講演会，pp.526-527，1999

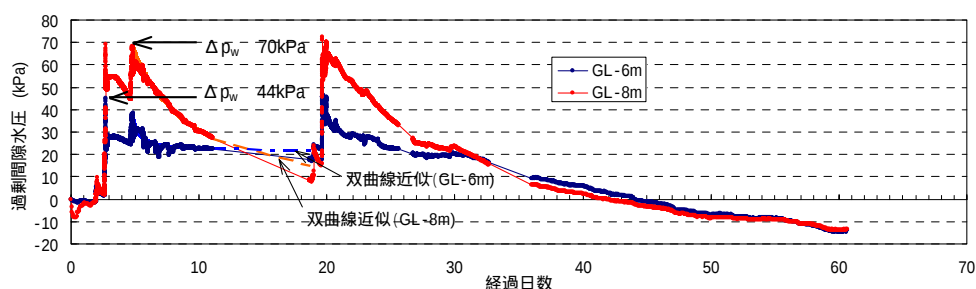


図-3 本施工エリア(D地点)の水圧挙動

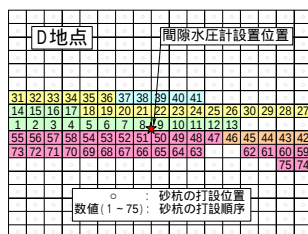


図-4 D地点付近の砂杭打設順序

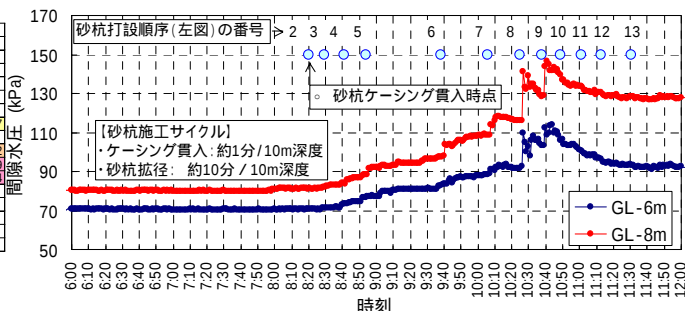


図-5 砂杭施工に伴う間隙水圧変化

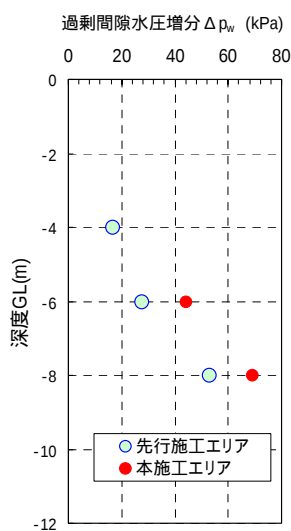


図-6 間隙水圧増分（実測値）

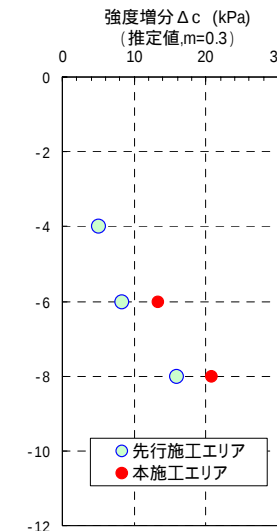


図-7 水圧増分から推定される強度増分

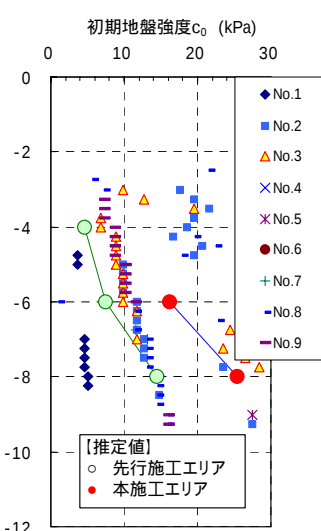


図-8 初期地盤強度（推定値と実測の比較）

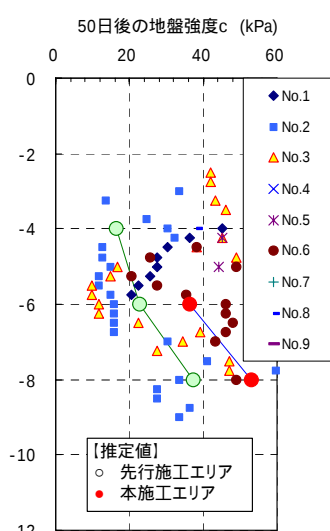


図-9 改良後の地盤強度（推定値と実測の比較）