

静的締固め工法の杭芯材としてのクリンカアッシュの適用性（その2）

～静止土圧係数 K_0 や密度等の変化について～

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 正会員 ○萩原 協仁 , 正会員 大久保 幸倫
 中部電力株式会社 市橋 豊隆 , 喜多 千砂子
 大成建設株式会社 正会員 西野 日出樹, 正会員 広重 敬嗣

1. はじめに

静的締固め工法（SAVE）の杭芯材としての利用が検討されているクリンカアッシュ（以下、CA）の物理・力学特性および液状化特性等は既報で評価されている。同報によると、多孔質な CA 材は、締固めに伴う粒子破碎性が顕著に見られる材料であり、過去の工事事例でも細粒化の傾向が確認されている。本稿では、SAVE 試験施工において杭芯 CA 材を対象に孔内水平載荷試験による静止土圧係数（以下、 K_0 ）、RI 検層による密度の変化等について考察したので結果を報告する。

2. 事後調査の試験数量

事後調査の調査位置図を図 1 に示す。杭芯 CA 材を対象とした孔内水平載荷試験（青○）は、3つの改良率エリアで各 1 地点 4 深度実施した。なお、孔内水平載荷試験は、 K_0 の算出に必要な初期圧力 P_0 を精度よく測定するため、セルフボーリング方式を採用した。一方の RI 密度検層は、測定結果のバラツキ等を考慮して改良率エリアごとに 3 地点実施した。

3. 杭芯 CA の N 値

改良前地盤と改良後の杭間および杭芯 CA の標準貫入試験結果を図 2 に示す。改良後の杭間 N 値を改良前地盤と比べると、改良率に応じた N 値の増加が認められる。これに対して、杭芯 CA の N 値は、改良率や深度方向による差が小さく、概ね均一なエネルギーで締固め効果が発揮されている。ただし、杭芯 CA の N 値は砂材を用いた通常の杭芯 N 値（10～40）より小さいが、これは締固め施工時あるいは標準貫入試験時における粒子破碎の影響によって N 値を過小評価している可能性がある。

4. 杭芯 CA の K_0

孔内水平載荷試験による改良前地盤と改良後の杭間および杭芯 CA の原位置 K_0 結果を図 3 に示す。杭芯 CA 材は、改良前と比べて K_0 が顕著に増加していることが確認できる。また、改良ピッチ 1.6m では改良後の杭間よりも杭芯の K_0 が明らかに大きい。1.4m と 1.2m では杭間と同程度の結果となっている。この結果は標準貫入試験の傾向にも似かよっており、杭芯の N 値と K_0 の相関関係を示唆するものである。

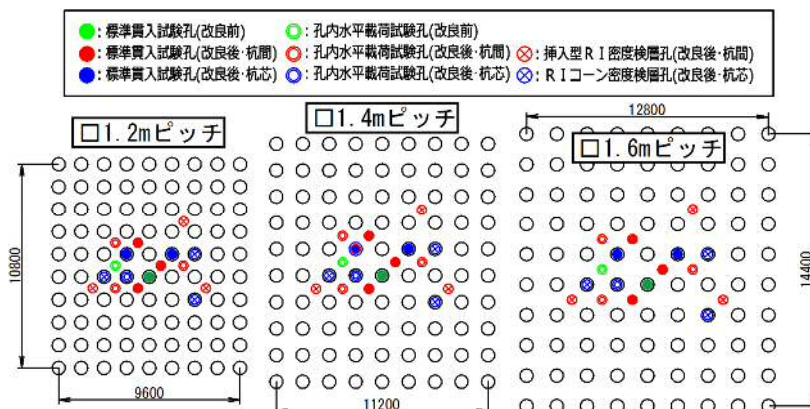


図1 試験施工平面図

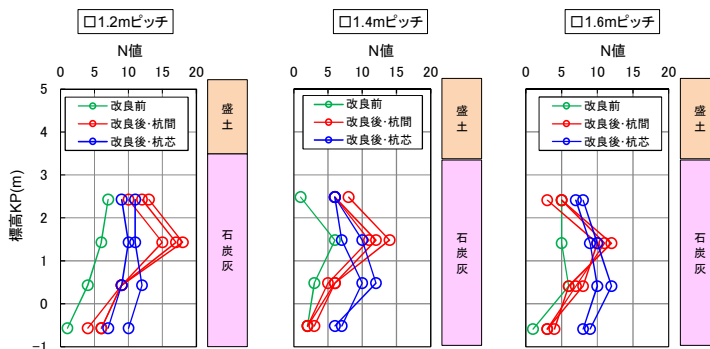


図2 杭芯 CA の標準貫入試験結果

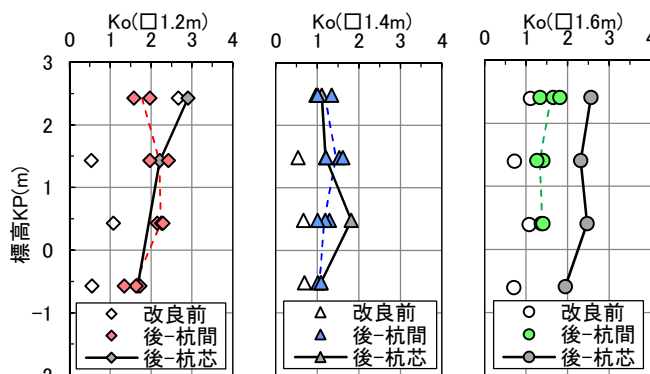


図3 改良エリア別の K_0 の標高分布図

キーワード クリンカアッシュ, 静的締固め工法 (SAVE) 静止土圧係数

連絡先 〒451-0044 愛知県名古屋市中区菊井 2-14-24 TEL 052-589-1058

改良前後の K_o を比較した結果を表 1 と図 4 に示す。孔内水平載荷試験時の孔壁の乱れが原因と思われる一部の改良ピッチでは K_o が過小評価されるが、改良率の増加に応じて杭間、杭芯ともに K_o が増加する傾向を確認することができた。

5. 杭芯 CA の Pf

孔内水平載荷試験による原位置 $K_o(=P_o/\sigma_v')$ は、セルフボーリング時の初期圧力(P_o)に大きく影響を受ける。特に杭芯 CA 材のような粗粒材料の場合、初期圧力 P_o が小さめに計測され、それにより K_o が過小評価されていると推測される。そこで、測定初期の孔壁状態の影響を受けにくい降伏圧力 P_f に着目して、原位置 K_o と P_f の関係を図 5 のように整理した。その結果、改良ピッチ 1.2m の杭芯については全てのデータで P_f が大きく傾向が不明確だが、その他は P_f の増加に伴い原位置 K_o が増加する傾向が認められる。

6. RI 密度検層による杭芯 CA の密度

杭芯 CA の密度状態を調べるため、RI 密度検層を実施した。RI 密度検層は、ガイドパイプ中にガンマ線密度計と中性子水分計を組み込んだプローブを挿入する方法と、ガイドパイプの設置が不要なコーン計測器を貫入するサウンディング方式とがある。今回の試験施工では、ガイドパイプ挿入時に杭芯 CA の孔壁に乱れが生じる恐れが懸念されたため、後者の RI コーン密度試験を採用している。密度検層の結果を図 6 に示す。なお、図 6 にはチューブサンプリングによる密度値(飽和度 $S_r=100\%$ 換算)も併記している。

各改良ピッチで杭芯の密度と間隙比を比べると、改良ピッチ 1.6m は 1.2m や 1.4m と比べて密度がやや大きく、間隙比はやや小さい結果となっている。この結果は、標準貫入試験や孔内水平載荷試験の傾向とも一致している。なお、間隙比が地下水位付近で増加しているが、これは RI コーンロッドの引き抜き時に負圧の作用によって孔壁の CA が肌落ちした影響であると推測される。

7. まとめ

本試験施工では、杭芯 CA 材を対象とした標準貫入試験、孔内水平載荷試験、RI 密度検層等を実施した結果、定性的な相関性を見出すことができたと評価される。

【参考文献】

1) 喜多、市橋ら；静的締固め工法の杭芯材としてのクンカッシュ

の適用性(その 1)～クンカッシュの物理・力学特性～、第 53 回地盤工学研究発表会、2018。(投稿中)

表 1 改良前後の K_o 比較表(深度方向平均 K_o)

改良杭 ピッチ	改良率 as(%)	改良前	改良後(増加率)	
		孔内水平	杭間 孔内水平	杭芯 孔内水平
□1.2m	26.7	0.72	1.93(2.68)	2.26(3.14)
□1.4m	19.6	0.72	1.23(1.71)	1.30(1.81)
□1.6m	15.0	0.90	1.46(1.62)	2.32(2.58)

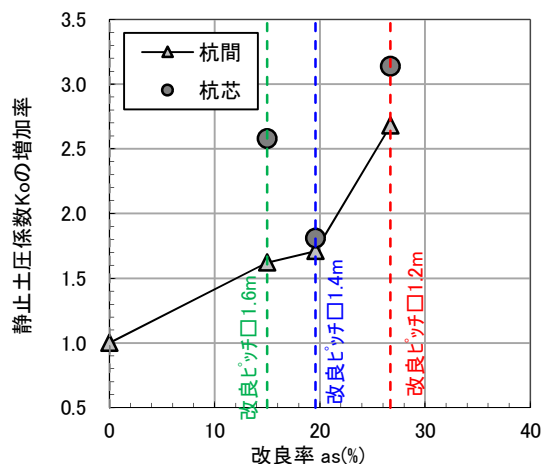


図 4 原位置 K_o の増加率

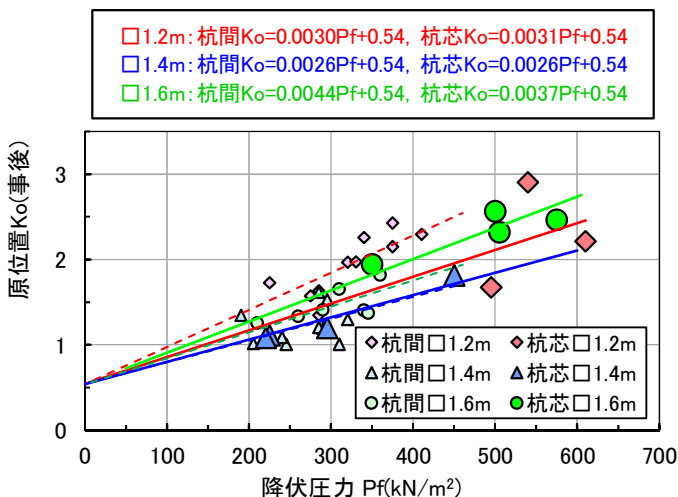


図 5 原位置 K_o と降伏圧力 P_f の関係

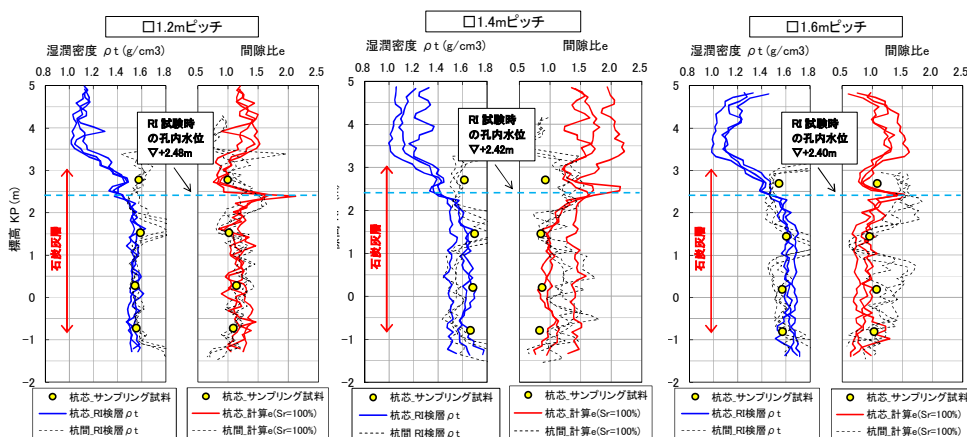


図 6 RI 密度検層による湿潤密度および間隙比の標高分布図