

松尾建設株式会社 正員 古賀良治

正員 西田耕一

佐賀大学理工学部 正員 三浦哲彦

1. まえがき

最近、海岸河川の堤防などの内弧すべりや沈下防止等のために、深層混合処理工法の採用が多くなってきた。特にこの2,3年粉体噴射攪拌工法が注目されている。前報では有明粘土に対する生石灰攪拌混合の改良効果について検討し、次のような結果を報告した。1)セメント系改良材に比べて、生石灰粉体を使用した方が早期かつ高い改良効果と発揮する。2)有明海沿岸部粘土の改良効果の方が、内陸部粘土の改良効果より高い。3)改良土の室内現場強度比 $\frac{q_{ul}}{q_{uf}}$ は3~4である。4)粘土の自然含水比 w_n と改良強度 q_{ul} との間には相関関係がある。本報では引き続き次の事項について検討を進めた。すなわち改良土のせん断強度評価式($\gamma = \frac{q_{ul}}{\sigma}$)の妥当性、沿岸部と内陸部粘土の改良効果の異なる原因、改良効果に及ぼす粘土の自然含水比 w_n と改良土の強度 q_{ul} の詳細な関係、現場改良土のCaO含有量のチェック等を検討する。

2. 改良土のせん断強度の評価法

改良土に対する現行のせん断強度評価は、 $\gamma = \frac{q_{ul}}{\sigma}$ を用いている。この式の妥当性を検討するために、高圧三軸圧縮試験を行なった。有明粘土改良供試体(乾燥土重量に対し5,10,20%の生石灰添加)に対し、非圧密非排水条件で $\sigma_3 = 3-50 \text{ kg/cm}^2$ にて試験を行なった。その結果図-1より改良体の破壊包絡線は不飽和土のそれに類似していることがわかった。このような非線形破壊包絡線による強度定数決定は、C, ϕ 法と $\phi = 0$ 法の二通りが考えられる。現行の設計法では、後者の考え方になって $\sigma_3 = 0$ での Cu 値を採用しているので、これに基づく解析結果は安全側に出ることになる。また複合地盤として解析を行なう場合、未改良部分は非排水せん断強度を用いるので、改良部分も非排水せん断強度を用いるのが自然である。しかし、より合理的な設計法として、改良体を貫くせん断面に作用する垂直応力の大きさに応じた Cu 値を用いることを、今後検討してみる必要がある。

3. 改良効果と地理的特性

図-2で示されるように、同じ有明粘土でも改良効果の地理的特性はかなり異なる。その原因としては、まず自然地盤の含水比の違いが考えられる。図-4に見られるように、沿岸部粘土は自然含水比 w_n が比較的低く改良強度が高いのに比べて、内陸部粘土

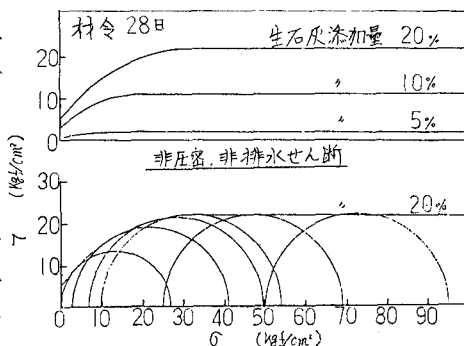


図-1 改良土の破壊包絡線

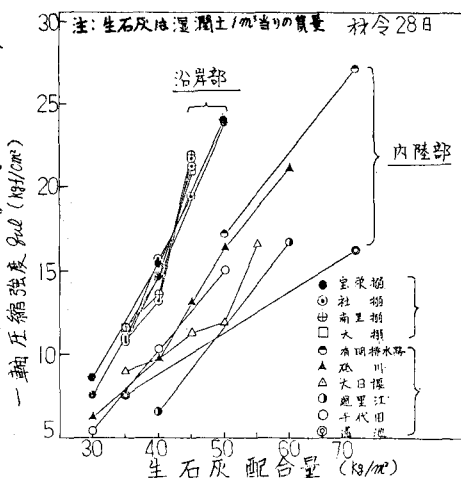


図-2 室内配合試験

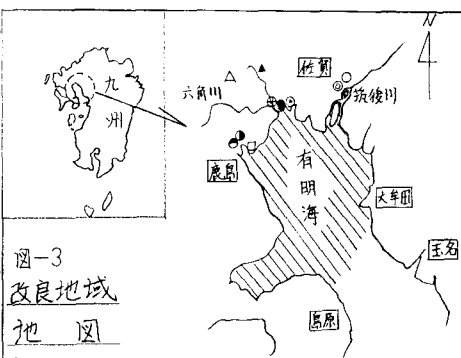


図-3 改良地域地図

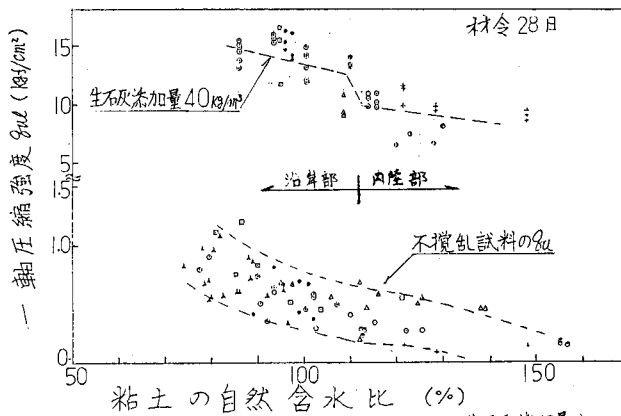


図-4 土性と改良効果 (生石灰添加量)

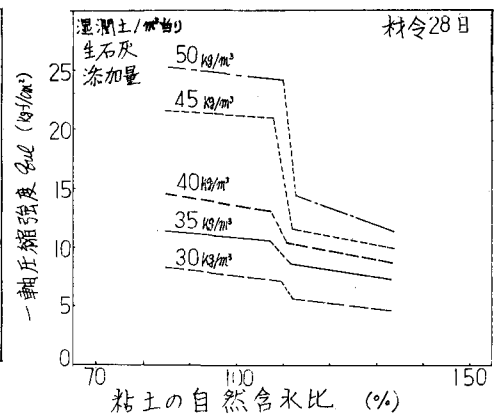


図-5 土性へ改良効果に及ぼす生石灰添加量の影響

の u_n は高くその改良強度は低い。しかし図-5に示すように、生石灰配合量が 45 kg/m^3 、 50 kg/m^3 の場合は自然含水比 $u_n = 110\%$ 前後で改良強度に大きな差が出ている。この原因を究明するための実験において、有明粘土に海水を添加した場合に、生石灰改良効果が若干増加することが認められた。この実験結果から、粘土中の残留塩分の違いが改良強度に影響していることが推測される。

4. 改良体の CaO 含有量のチェック

図-6は、現場チェックボーリングによる供試体の深度別の改良強度と、改良体中の CaO 含有量の平均値は約 4% となるが、施工上は 5% 程度混合しているのでその差は有効に混合されなかったことになる。しかし、高含水比粘土の深層部への改良材混合という作業性の困難さを考慮するなら、 4% という実質的な混合率は満足すべき値であると考えられる。

室内現場での強度と改良材の混合率の関係を示したものが図-7である。これは同一地区の有明粘土に対する CaO 添加量と平均強度とをプロットしたものである。これにより、実験室の生石灰混合量と一軸圧縮強度の関係線に基づいて、現地盤の粘土に実質的に混合された生石灰量と現場強度の関係を推定できることが確認された。

5. 結論

有明粘土に対する生石灰粉体を用いた粉体噴射攪拌工法による地盤改良において、以下のことが判明した。1) 設計段階において改良土のせん断強度と $\sigma = \frac{2q}{\gamma}$ で評価する現行法は、安全側の解析結果を与える。2) 自然含水比 u_n は、改良強度に対して大きな影響を与える。特に $u_n \geq 110\%$ の場合には入念な事前調査が必要である。3) 現場強度は、実質的 CaO 含有量の大小に依存する。4) チェックボーリングにおける

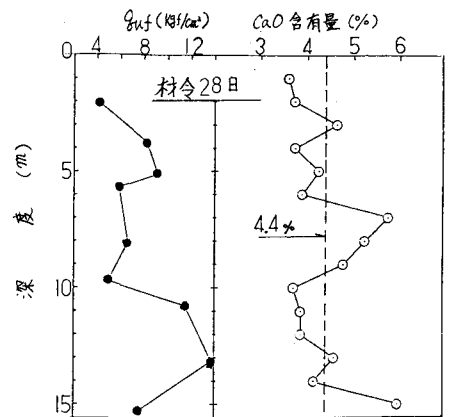


図-6 現場試料の一軸圧縮強度と CaO 含有量の分布

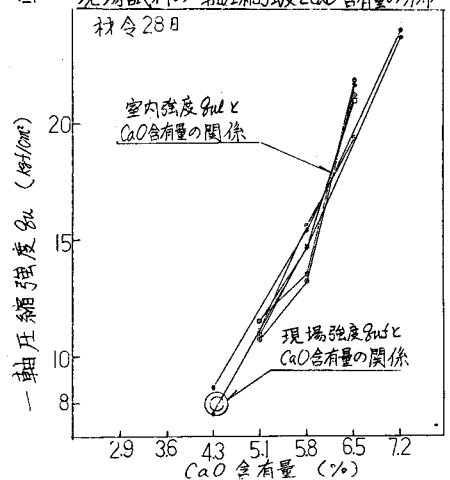


図-7 現場試料の実質 CaO 含有量と一軸圧縮強度の関係

CaO 含有量の測定結果より、有明粘土に対する生石灰の深層混合は比較的良好に実施されたことが確認された。最後に現場試料の CaO 分析でお世話になった (株) 日本石灰工業所の関係各位に感謝の意を表します。

文献 1) 噴射攪拌工法研究会: D.J.M 工法技術マニュアル、1984 2) 三浦凌石、西田: 昭和59年度土木学会西部支部研究発表会: 生石灰攪拌混合による有明粘土の深層改良について、1985