

深層混合処理工法により改良され 20 年を経過した海底粘土の健全性

国土交通省 関東地方整備局 正 池上正春、増田勝人、正 一場武洋  
 沿岸開発技術研究センター 正 鶴谷広一、正 佐藤茂樹  
 日建設計中瀬土質研究所 正 寺師昌明、正 大石幹太

1. はじめに

深層混合処理工法等のセメント系地盤改良は、実用化されてから約 25 年になる。しかしその間、改良土の長期健全度に関する調査・研究はあまり行われておらず、経時的な強度増加傾向を示した報告<sup>1),2)</sup>がある一方で、条件によっては強度低下（劣化）が生じる可能性を示唆したものもあり<sup>3)</sup>、この分野は未だ研究途上にあると言える。そこで、本調査では 20 年前に施工された改良地盤の土質調査を行い、実改良地盤を対象として改良土の強度低下現象の有無を確認し、そのメカニズムの検討を行った。

2. 調査内容

調査対象は、横浜港大黒埠頭-12m 岸壁（T-2 岸壁）基礎の改良地盤である。調査ボーリングの断面、平面図等の詳細に関しては参考文献 1)を参照されたい。本調査では改良土の長期健全性を調査するため、斜角 45° のボーリング（No.3、No.4）で採取した改良地盤側面境界のコアサンプル（試料径 200mm）を用いた。また、サンプリングは写真-1 に示すように、未改良土と改良土が接した形で採取されるように行った。

側面境界のコアサンプルに対する試験には、針貫入試験及びカルシウム含有量試験（Ca 量試験）を実施した。針貫入試験は境界付近の改良土の強度分布を細かく調べるために採用した試験である。ここでは、市販の木綿針（0.84mm）を用いて 3mm/min で針を貫入させ、その抵抗荷重から一軸圧縮強度  $q_u$  を推定した。 $q_u$  の推定には、Bor. No.1、No.2 のコアサンプルで求めた針貫入抵抗荷重と  $q_u$  との相関式を用いた。Ca 量試験では、未改良土及び改良土中の Ca 量の原子吸光分析による全量分析を行った。何れの試験でも、側面境界からの水平距離で測定位置を定めている（写真-1 中の図を参照）。

3. 調査結果

図-1 に側面境界部の改良土の  $q_u$  及び Ca 量分布を示す。同図には、同一深度における改良地盤内部の平均  $q_u$ （別報 1）参照）と平均 Ca 量（20 年前の調査結果）も併記した。側面境界から 30～50mm 以上離れた部分では、 $q_u$  は内部平均とほぼ等しいが、境界から 30～50mm の範囲では強度が低くなっている事が分かる。Ca 量分布でも同様の傾向が見られ、境界から 30～50mm を境にして境界側での Ca 量の減少が起こっている。

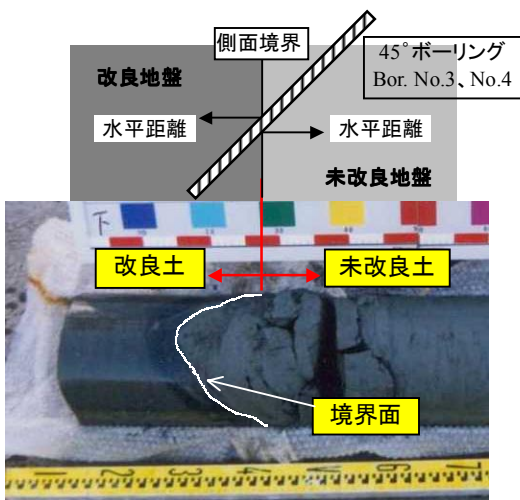


写真-1 境界部のコアサンプル (Bor. No.3)

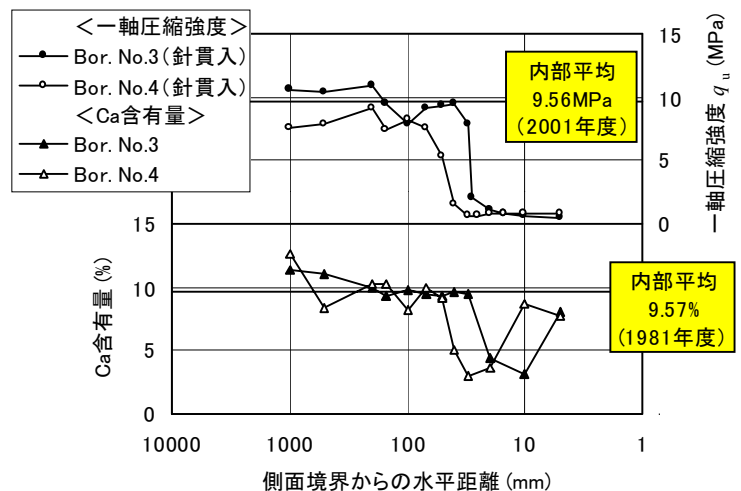


図-1 境界部改良土の強度及び Ca 量分布

深層混合処理、経年変化、長期強度、カルシウム分析

連絡先：212-0055 川崎市幸区南加瀬 4-11-1 日建設計中瀬土質研究所、Tel 044-599-1151、Fax 044-599-9444

改良地盤内部の調査では<sup>1)</sup>、改良強度は2倍程度の増加を示したが、その一方で改良境界において強度低下現象が生じている事は明らかである。また、 $q_u$ 分布とCa量分布は非常に良く対応しており、両者には強い相関性が認められ、改良土内のCa量減少が強度低下の要因となっていると考えられる。

図-2は側面境界で互いに接していた改良土と未改良土のCa量分布である。前述のように改良土側では境界に向かってCa量が減少しているが、それと対照的に未改良土側では境界部に向かってCa量が増加する傾向を示している。このことから、改良土内のCa量減少は未改良土へのCa量溶出が原因であり、このCa溶出現象が改良土の強度低下（劣化）現象の主要因となっている事が考えられる。

本調査では、境界部において施工後20年間で30~50mm程度の強度低下（劣化）領域の進行の可能性が認められた。図-3はこの結果を寺師らの研究事例と比較したものである。寺師らは室内作製改良土を海水中、地中内で養生し、通常の封緘養生供試体との強度比較から図-4のように劣化厚さを求めている。図-3に示すように、本調査結果は寺師らの研究事例（2年間）を外挿した範囲内にあり、20年で30~50mmという劣化進行速度が妥当な値であると考えられる。

4. まとめ

本調査結果より、以下の知見が得られた。

- ・境界部における改良土の強度低下現象が確認され、その速度は20年間で30~50mmと推測された。
- ・強度低下の要因の一つに、Ca溶出に伴う改良土内のCa減少を挙げることができる。

また、本報と別報<sup>1)</sup>から、当該改良地盤では強度増加と境界部での劣化現象が同時に確認されたが、改良が非常に大規模なブロック形式であるため、100年後の予測（図-3参照、劣化厚さ130mm）でも、当該岸壁の安定性に関しては全く問題はない。

なお、本調査に際しては、東工大 太田秀樹教授を委員長とする検討委員会が設けられご指導を得た。付記して謝意を表する。

<参考文献>

- 1) 池上ら：深層混合処理工法により改良され20年を経過した海底粘土の物理特性ならびに強度，土木学会第57回年次学術講演会講演概要集，2002. 9., 投稿中
- 2) 林ら：深層混合処理工法による改良柱体の長期強度，土木学会第56回年次学術講演会講演概要集， -B, pp378-379, 2001.10.
- 3) 寺師ら：石灰・セメント系安定処理土の基本特性に関する研究（第3報），港湾技術研究所報告，第22巻，第1号，1983.3

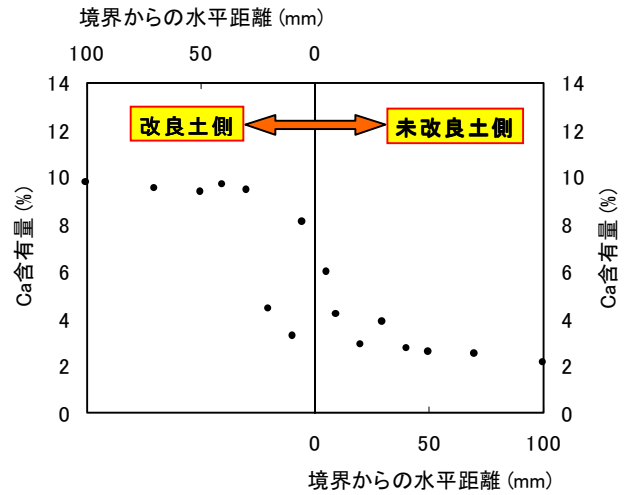


図-2 改良土～未改良土のCa量分布 (No.3)

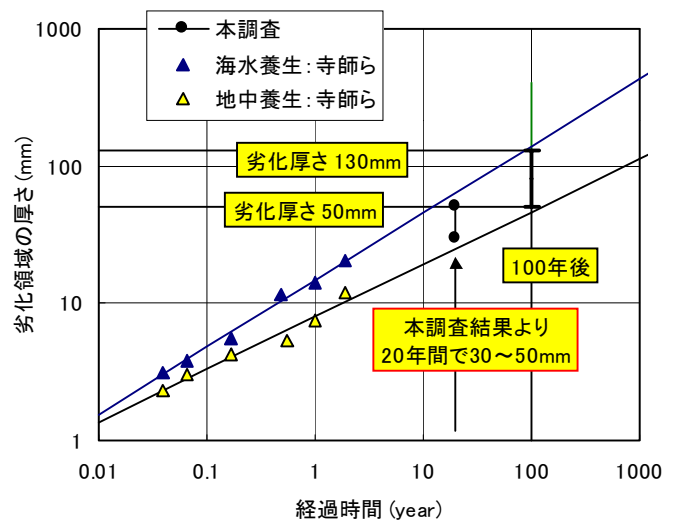


図-3 改良地盤境界部の劣化進行速度の予測

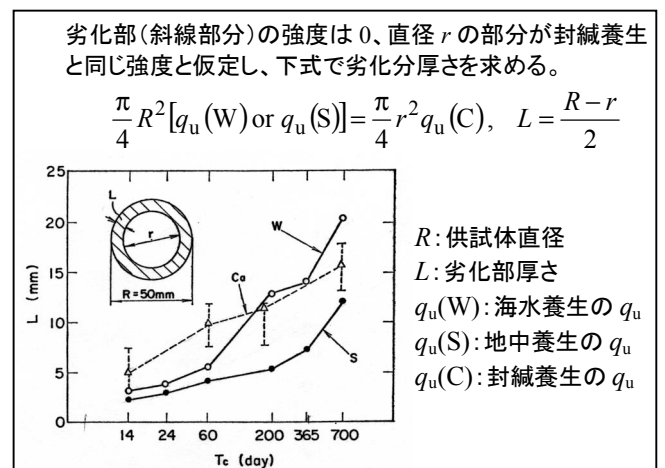


図-4 寺師らによる劣化進行の測定方法<sup>3)</sup>