

## レストムにより改良した土の強度と洗掘抵抗性に関する実験

○赤坂 恒 (学) 東北学院大学工学部環境建設工学科  
久保 鉄夫 (学) 東北学院大学工学部環境建設工学科  
小松 翔太 (学) 東北学院大学工学部環境建設工学科  
飛田 善雄 (正) 東北学院大学工学部環境建設工学科

### 1. はじめに

2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震によって発生した津波は、コンクリート構造物や土構造物に大きな被害をもたらした。その一方で、レストム工法を施した仙台港にある高砂埠頭の法面では、対策を施していない箇所と比較すると、津波による洗掘に抵抗性がみられ大きな崩壊が無かった。

本研究では、地盤改良工法の一つであるレストム工法に着目して、津波ヘドロにDF材を添加した改良土の洗掘抵抗性を中心に実験を行い考察した。

DF材は、セメントにフライアッシュ、石膏を混合した土壌安定改良材で、植物の根の成長を妨げない植生可能な土になる等の特徴がある<sup>1)</sup>。

### 2. 試験に利用した津波ヘドロの特性

今回試験に使用した土の物理的性質を記す。乾燥後の津波ヘドロの含水比：6.06%、土粒子の密度：2.686 g/cm<sup>3</sup>。粒度は以下の通りである：細礫分（2~4.75mm）：2.1%、砂分（0.075~2mm）：56.0%、細粒分（75μm以下）：10.1%である。締固め特性は繰返し乾燥法を用いた場合、最大乾燥密度 1.68 g/cm<sup>3</sup>、最適含水比が 14.60%、粒度分析の結果から、砂質系の土であることが分かる。

### 3. 実験概要

DF材の混合率を変化させて、一軸圧縮試験、洗掘抵抗試験を行った。一軸圧縮試験はDF材を混合した直後に供試体を作成し、養生日数、含水比、DF材混合率の違いによる、一軸圧縮強度の変化を調べた。洗掘抵抗試験はDF材を混入直後に供試体を作成、養生日数を7日とし、含水比、DF材混合率の違いによる、洗掘抵抗性を調べた。

#### 3.1 一軸圧縮試験

試験で使用する試料は、供試体作成時の含水比を

調整し、十分に練り混ぜた土に、改良材を加えた直後のものを使用する。

図-1は改良土の含水比が18%程度（最適含水比よりも湿潤側）になるように調整した試料にDF材1%、3%、5%を加え、試料をソノモールドに詰め、1日、7日、28日養生させた供試体の一軸圧縮試験の結果である。図-2は改良土の含水比が20%程度になるように調整した試料にDF剤1%、3%、5%を加え、試料をソノモールドに詰め、1日、7日、28日間養生させた供試体の一軸圧縮試験の結果である。DF材の混合率は、土の乾燥質量に対する質量比率である。

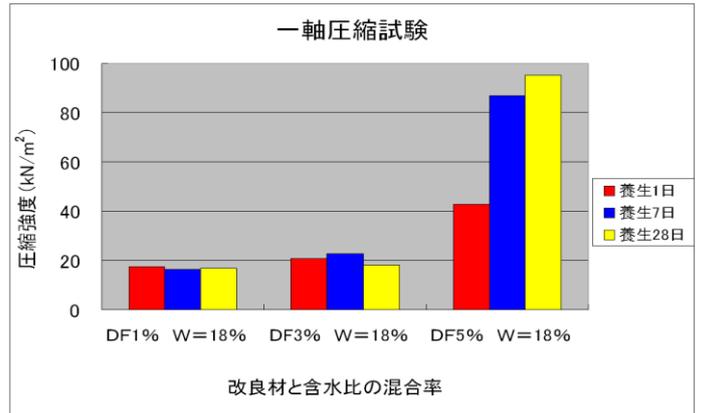


図-1 改良土の含水比 18%における養生日数と DF 材混合率ごとの一軸圧縮試験結果の比較

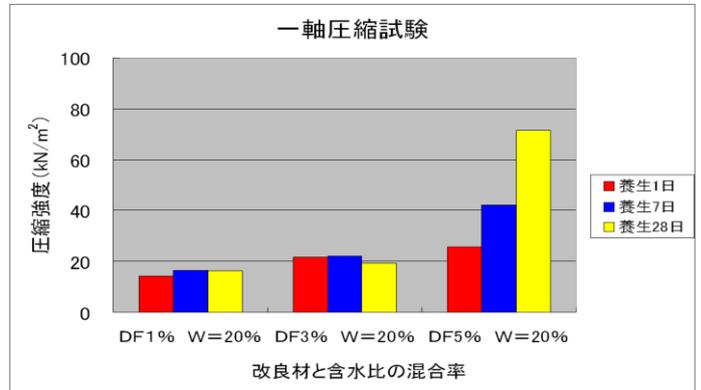


図-2 改良土の含水比 20%における養生日数と DF 材混合率ごとの一軸圧縮試験結果の比較

図-1, 図-2 より、DF 材混合率 1%, 3%では、締固め時含水比 18%, 20%のどちらにおいても圧縮強度の増加量は少ない。混合率 5%では、混合率 1%, 3%に比べて変化が大きく、養生日数が経過すればするほど圧縮強度が上がった。混合率 5%のとき、締固め時含水比 18%と 20%では、含水比 18%の方が強度の増加がみられた。圧縮強度が一番大きかったのは含水比 18%, DF 材混合率 5%, 養生 28 日の時で、95.0 (kN/m<sup>2</sup>) であった。

### 3.2 洗掘抵抗試験

洗掘抵抗試験で使用する土試料(津波ヘドロ)は、含水比を調整し、水を加え十分に練り混ぜた土に、改良材を加えた直後のものを使用する。

改良材は DF 材を使用した。図-3 は改良土の含水比が、10%, 13%, 15%, 17%, 20%程度になるように調整した試料に、乾燥質量比で改良材 3%, 5%, 7%, 10%を加え、試料を塩化ビニル管(直径 10.75 cm、長さ 11.01 cm)に突固め、7 日間養生させた供試体の洗掘抵抗試験の結果である。

洗掘抵抗試験では、市販されている高压洗浄用のケルヒャーを使用した。水量は 5.44 (ℓ/分) に設定した。降雨時の洗掘抵抗試験の値 (2.0 (ℓ/分)) より厳しい条件で実験を行った。ケルヒャーによって供試体の中心に噴射された水を当て洗掘する。噴射水を当てる最長時間を 120 秒とし、それ以降になる場合は貫通しないと判断した。

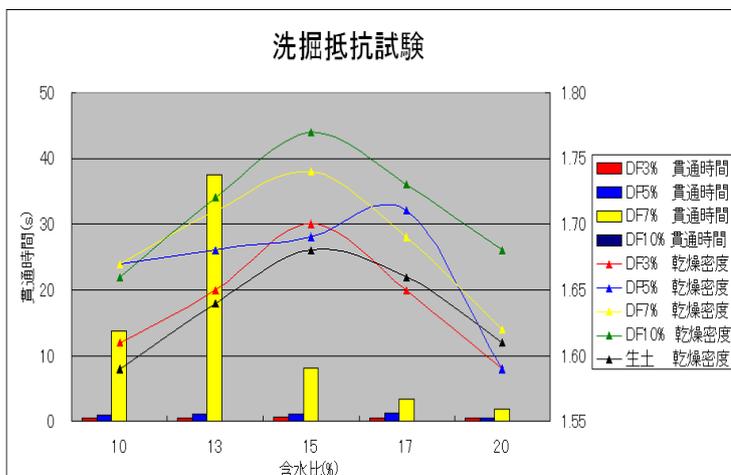


図-3 含水比, DF 材混合率ごとの洗掘抵抗試験結果の比較 (供試体作成 7 日間養生後)

図-3 より、DF 材混合率 3%, 5%では、どの含水比においても貫通は瞬間的であり、その変化は少ない。

混合率 7%では、混合率 3%, 5%に比べて変化が大きく、最適含水比の乾燥側での貫通時間が長い。それ以降は含水比が高くなるほど貫通時間が短くなっていくといった傾向が見られた。

DF 材混合率 10%の場合どの含水比においても、120 秒間試験を行ったが貫通しなかった。

混合率 10%を除き、貫通時間が一番長かったのは含水比 13%, DF 材混合率 7%の時で 37.5 秒であった。

### 4. まとめ

一軸圧縮試験の結果から、DF 材混合率 5%から強度発現が見られ、最適含水比に近い含水比 18%の場合の方が強度は大きい。養生日数が長いほど強度が増加していく傾向が見られた。これらの結果は DF 材を用いたこれまでの改良結果と同様である。

洗掘抵抗試験の結果から、DF 材混合率 7%から洗掘抵抗性が大きくなり、混合率 10%ではかなりの洗掘抵抗性が期待できると考えられる。混合率 7%では、最適含水比より乾燥側は抵抗性が高いが湿潤側では抵抗性が低い結果となり、これは強度特性と同様の傾向を示している。

今回行った二つの試験の結果から、一軸圧縮強度と洗掘抵抗試験の貫通時間に関係性があるのではないかと考え、双方のデータから回帰分析を行った。

その結果から、双方の間には相関係数 0.603 という値となったため、一軸圧縮強度と洗掘抵抗性には緩い相関関係があると言える。

以上より、一軸圧縮試験により、間接的に洗掘抵抗性が推定できると考えられる。

今後、レストム工法の特徴である植生の影響も考えて、洗掘抵抗性を研究していきたい。

### 5. 参考文献

- 1) レストム工法研究会 (2010) : レストム工法技術資料・積算資料 平成 22 年度改訂 レストム工法研究会