

地盤改良向け鉄鋼スラグ材「スマートコンパクション[®]」の適用性検討

J F E スチール (株) 正会員 ○恩田 邦彦, 正会員 本田 秀樹
J F E スチール (株) 正会員 林 正宏

1. はじめに

タンク基礎や建屋基礎の液状化対策など、陸上における地盤改良施工の場合、振動締固めでは大きな騒音、振動の発生が問題になることから、油圧による静的荷重により、地盤締固めを行う低騒音、低振動型のサンドコンパクションパイル工法（静的締固めによるSCP）が開発されている。

鉄鋼スラグについては、振動締固め方式によるサンドコンパクションパイル工法での材料利用実績（主に港湾を対象とする海域施工）は豊富であるものの、陸上構造物の液状化対策を主目的とする静的締固めによるサンドコンパクション施工にはほとんど用いられていなかった。そこで、液状化対策向けの静的締固めによるサンドコンパクションパイル工法の中詰材として、粒度管理を行った鉄鋼スラグ「スマートコンパクション[®]」の適用性を明らかにするため、これを用いた現場施工試験を行い、施工性、地盤の改良効果、周辺環境への影響などを確認した。

2. 現場施工試験の条件

①試験場所および施工方法

現場施工試験は、J F E スチール東日本製鉄所（千葉）の生浜地区にて実施した。施工方法は（株）ジオダイナミックにより開発されたGeo-KONG 工法¹⁾を採用した。施工状況を写真1に示す。地盤はN値が5～10程度の緩い砂質地盤であり、GL-8m付近に薄いシルト層が存在する。また、時折、貝殻が混じる砂質層があり、そこではN値が10を超えている。地表面からGL-1.2～1.6mにかけては、硬い鉄鋼スラグ路盤材層が存在しており、サンドコンパクションパイルの施工の際は、予めこれを除去して砂と置換した。また、地下水位はGL-1.4m付近である。

②試験ケースと中詰材特性

本施工試験で使用した中詰材は表1に示すとおり6種類である。高炉スラグ系の材料としては、高炉水砕スラグ、高炉徐冷スラグの2種類を使用した。また、製鋼スラグ系の材料としては、転炉スラグ（蒸気エージング処

理有り）、転炉スラグ（蒸気エージング処理無し）の2種類を使用した。また、鉄鋼スラグ水和固化体製人工石（以後、人工石と表記）も適用している。さらに上記の鉄鋼スラグ中詰材の施工性を比較評価するため、一般的に用いられている天然砂（木更津産）も使用した。

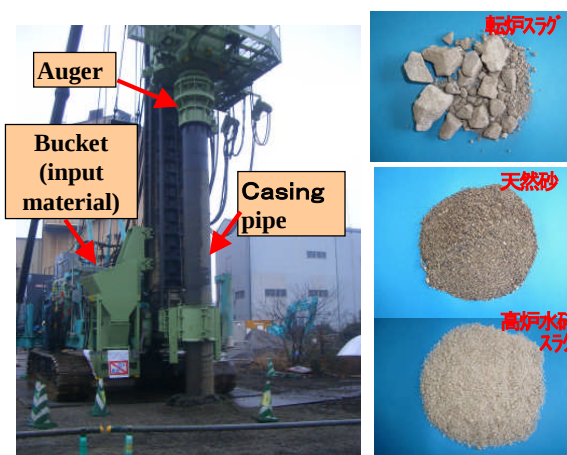


写真1 施工状況および使用材料

1種類の中詰材あたりの杭施工本数は、 $4 \times 4 = 16$ 本とした（ただし、No.1の転炉スラグ（蒸気エージング）のみは4本）。各杭の長さは10mとし、杭間隔（中心間の間隔）は、必要改良率の設計結果をもとに1.8mとした。また、杭径の目標管理値は70cmである。

表1 使用材料

No	材料	杭本数	最大粒径	乾燥密度 (g/cm ³)
1	転炉スラグ(蒸気エージング)	4	40mm	2.48
2	天然砂(木更津産)	16	5mm	1.52
3	高炉徐冷スラグ(千葉)		25mm	2.01
4	転炉スラグ(未エージング)		40mm	2.67
5	人工石(千葉)		40mm	2.01
6	高炉水砕スラグ(千葉)		5mm	1.46

キーワード 鉄鋼スラグ、サンドコンパクション、地盤改良、圧入、施工試験

〒210-0855 川崎市川崎区南渡田町1-1 J F E スチール (株) TEL044-322-6592, FAX044-322-6519

3. 試験結果

①地盤改良効果

図1に代表例として、No.2の天然砂および、No.6の高炉水砕スラグの施工前および施工約2週間後における、杭間位置での標準貫入試験によるN値の変化を示す。同図中には、締固め工法設計式²⁾による予測値(実線表記)を併記している。なお、計測値のバラツキ程度を確認するため、No.2の天然砂および、No.6の高炉水砕スラグでは、施工後の標準貫入試験を2箇所で実施したが、いずれのケースでも値のバラツキは小さかった。

施工前後におけるN値の変化は、深度ごとで異なるが、深度およそ7～8m付近に存在するシルト層を除いては、N値が5～15程度、平均で10程度増大しており、予測値とも概ね一致していることが確認できた。また他のケースについても、杭施工本数の少ない(4本)No.1を除けば、同様の地盤改良効果があることが確認できた。

②施工性の評価

施工完了後の杭の一例(転炉スラグ(未エージング))を写真2に示す。また、表2に造成した杭の平均出来形径、平均施工時間(No.2における平均施工時間で基準化して表示)を示す。杭の平均出来形径については、いずれのケースも目標管理値の70cmを上回っており、天然砂と同等以上の結果となっている。杭一本あたりの平均施工時間についても、天候や材料置場までの距離の違いによる影響など多少あるものの、±5%以内であり、各鉄鋼スラグおよび天然砂ともに同レベルであった。

③施工中の騒音・振動レベル

鉄鋼スラグを用いた場合の施工中の騒音・振動レベルはNo.2の天然砂を用いた場合に比べて大きな差異は無く、いずれのケースにおいても、特定建設作業に係る規制基準値敷地境界規制値)を大きく下回っており、低騒音・低振動で施工可能であることが確認できた。

④アルカリ影響

施工後22ヶ月経過後のスラグ杭周辺地盤(杭芯からの距離で位置表示)のpH計測値を図2に示す。杭芯におけるpHは13弱に対し、最外3.4m位置(バックグラウンド)でのpHは9程度である。一方、スラグ杭に近接する外側0.4m位置では9.6程度とバックグラウンドに比べて若干高くなっているものの、その外側では、9.0前後以下であり、アルカリ溶出は見られない。

<参考文献>

- 1) (財)国土開発技術センター．“一般土木工法・技術審査証明報告書「Geo-KONG工法」(株)鴻池組”．2000．
- 2) 日本建築学会．“建築基礎のための地盤改良設計指針案”．2006．

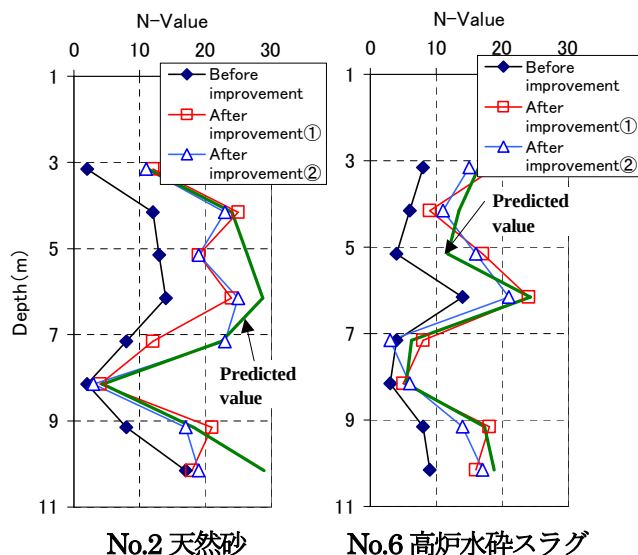


図1 施工前後におけるN値の変化

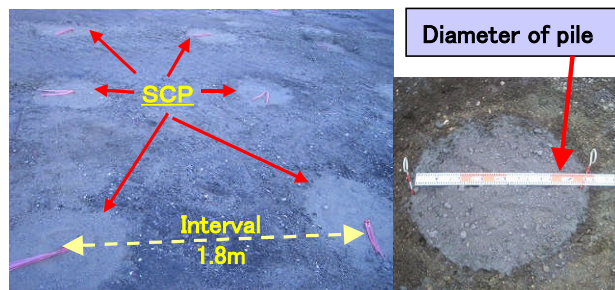


写真2 施工後の杭 (No.4 転炉スラグ_未エージング)

表2 各ケースの施工性に関する評価

No	材料	出来形 平均径(cm)	平均施工 時間(分/ 本)
1	転炉スラグ(蒸気エージング)	75.2	45.5
2	天然砂(木更津産)	72.1	41.3
3	高炉徐冷スラグ(千葉)	74.1	43.4
4	転炉スラグ(未エージング)	75.2	39.6
5	人工石(千葉)	76.3	42.9
6	高炉水砕スラグ(千葉)	72.4	42.7

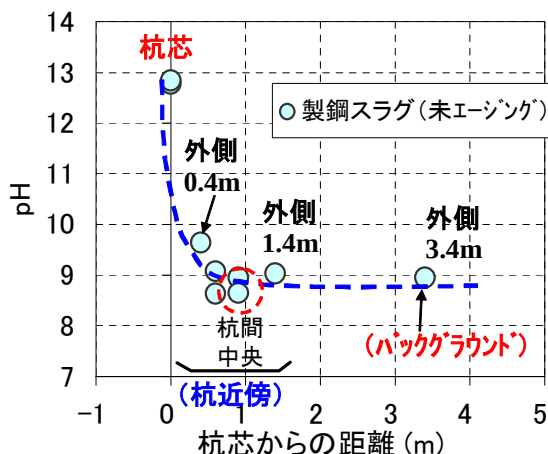


図2 周辺地盤のpH(転炉未エージング, 22ヶ月)