

軟弱地盤上に撒き出した高炉水砕スラグの強度変化

長棟興産有限会社
復建調査設計株式会社
山口大学工学部

正会員
正会員
正会員

○中野 恭夫
来山 尚義
松田 博

1. まえがき

高炉水砕スラグは、銑鉄の生産過程において生成される材料であって、粒度分布のように海成の自然砂と類似した性質を有するのみならず、強度、透水性、密度等においては、自然砂より優れている一面もある。この高炉水砕スラグは年間約 2 0 0 0 万 t が生産されることから、地盤工学の分野での有効利用が期待されるが、時間とともに硬化する潜在水硬性を有している。ここでは、軟弱地盤上に高炉水砕スラグを撒き出し、硬化に伴う強度変化について調査したので報告する。

2. 現場概要および調査方法

現場はソーダ灰の埋立処分地であり、その一区画に高炉水砕スラグを撒き出した。図-1 にポータブル貫入試験によって調査した原地盤の強度分布を示す。また、図-2 には原地盤土の粒度分布を示す。このうち、旧一次沈殿池（図中、旧-1、旧-2 または旧一次）では、砂分が多く表層が乾燥して（含水比 5 2 %）、強度もあることから、7 0 cm の層厚でブルドーザにより撒き出しを行った。また、D-1、D-2 区域ではシルト・粘土分が主体で含水比も 3 0 0 % 以上であり液性限界を大きく越えている。強度も地表面から深さ 1 m 程度まで $q_c = 0 \text{ kN/m}^2$ と非常に軟弱な地盤であった。このため、高炉水砕スラグの撒き出しはバックホウにより行った。撒き出し層厚は D-1 区域で 3 0 cm、D-2 区域で 7 0 cm とした。

撒き出し後の高炉水砕スラグの強度変化は、簡易動的コーン貫入試験により求めた。試験位置は旧一次沈殿池、D-1 区域および D-2 区域それぞれ 2 ヶ所ずつであり、試験間隔は撒き出し後 3 ヶ月までが 1 ～ 2 週間毎、それ以降は 1 ヶ月毎とし、7 ヶ月後まで行った。

簡易動的コーン貫入試験は、質量 5 k g のハンマーを 5 0 cm の高さから自由落下させ、先端に円錐形コーンを取り付けたロッドが 1 0 cm 貫入するのに要する打撃回数 N_d を求めるものである。なお、 N_d から標準貫入試験結果より求まる N 値への換算は、次式 ¹⁾ によって行った。

換算 N 値 $= 0.66 \times N_d$ (砂質土)・・・(1)

3. 調査結果

図-3 は、簡易動的貫入試験の結果の経時変化を示したものである。いずれの地点とも撒き出し直後から貫入抵抗 N_d は上昇し始め、約 7 ヶ月（2 1 3 日）経過後の貫入抵抗は $N_d = 3 0 \sim 4 0$ 程度となっている。

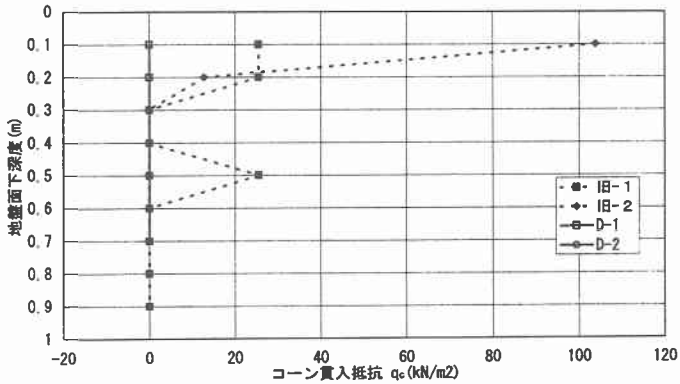


図-1 原地盤の強度分布

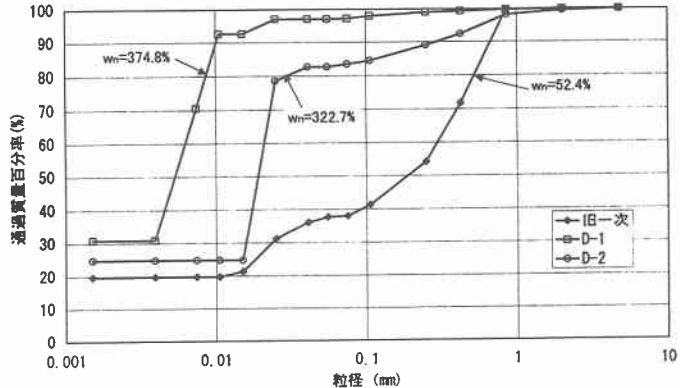


図-2 原地盤の粒度分布

図-4は、(1)式により得た換算N値の経時変化を示したものである。図-3と同様に時間とともに換算N値は増加し、撒き出し直後は0～1程度であったが、約7ヶ月（213日）経過後は20～25程度となっている。この増加は7ヶ月経過時においても一部を除いて直線的である。また、原地盤がほぼ同じ条件で高炉水砕スラグの撒き出し層厚が異なるD-1（層厚30cm）とD-2（層厚70cm）区域を比較した場合、D-2区域の方が撒き出し直後から高い強度を示している。

図-5は、 q_d の深度分布を示したものである。撒出直後から約2ヶ月（67日）後までは地表面での強度増加量は小さいが、4ヶ月（123日）後には急激に強度増加が生じている。そして、6ヶ月（183日）後までの強度増加量が小さく、7ヶ月（213日）後には再び急激な強度増加を示している。これに対し、地表面下30cm以深では時間の経過とともに強度増加が生じている。この原因として、地表面付近は降雨や重機走行などの外的要因によって強度増加が生じたのに対し、地表面から30cm以深では常に湿潤状態にあるために、時間の経過とともに強度増加が生じたものと考えられる。

また、D-1およびD-2区域において、高炉水砕スラグ撒き出し後24日経過時における溶出水のpH測定を行った。測定は携帯型pH測定器を使用し、高炉水砕スラグを撒き出した付近の表面水のpHを測定した。その結果、高炉水砕スラグを撒き出した付近の表面水は $\text{pH}=1.1 \sim 1.2$ を示した。高炉水砕スラグは石灰分を多く含んでいるためこの溶出によりpHが高くなったとも考えられるが、当地区はソーダ灰の埋立処分地であり、元来pHは高いと考えられることから、原因については明確にできなかった。

4. 結論

地盤工学において用いられる天然砂の代替材料として高炉水砕スラグを用いることを目的として、軟弱地盤上に高炉水砕スラグを撒き出し、硬化に伴う強度変化について簡易動的コーン貫入試験を行って調べた。その結果、強度は時間とともに増加し7ヶ月後の換算N値は20～25程度となった。また、高炉水砕スラグを撒き出した付近の表面水のpHは1.1～1.2を示したが、埋立処分地自体のpHも高いと考えられることから、原因は明確にできなかった。

1) 地盤工学会：地盤調査法、第6編サウンディング、第3章簡易動的コーン貫入試験 pp.21、1995

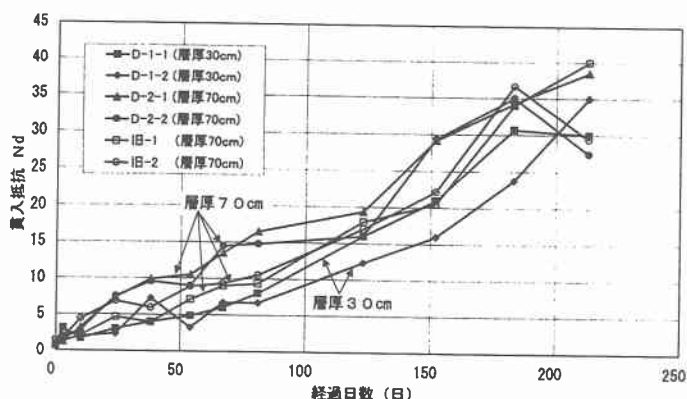


図-3 貫入抵抗Ndの経時変化

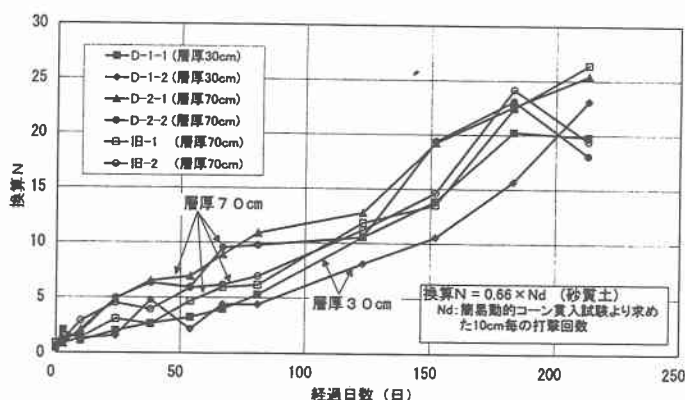


図-4 換算Nの経時変化

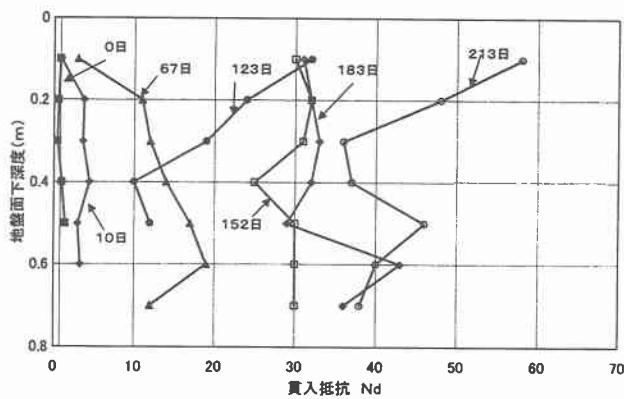


図-5 Ndの深度分布(層厚70cm)