

高炉水砕スラグを用いた軽量盛土地盤に関する基礎的研究

山口大学 正会員 松田 博, 山口大学大学院 学生員○山口貴
山口大学大学院 学生員 篠崎晴彦, 玉野総合コンサルタント(株) 正会員 大平尚美
復建調査設計(株) 正会員 来山尚義, 宇部市役所 村上 守

1. はじめに 軟弱地盤対策工法としてこれまでに様々な対策工法が提案されているなかで、軽量盛土工法も軟弱地盤対策工法のひとつとして多くの実績を有している。一方、銑鉄の製造過程において生成される高炉水砕スラグは、粒度および土粒子密度等の物理的性質が安定している他、強度、透水性に優れかつ軽量である。また、一定の条件下で時間とともに硬化し、強度増加する潜在水硬性を有していることから、地盤の安定上さらに有利となる可能性もある。そこで本研究では、高炉水砕スラグを軽量盛土工法の盛土材料として利用するにあたり、現場にて試験盛土施工を行い、高炉水砕スラグの経年変化等について各種計測および試験を行った。また、これらの計測および試験で得られたデータをもとに有限要素法(SAGE CRISP)による解析を行い盛土の圧縮特性および在来地盤の挙動について検討した。

2. 試験盛土施工の概要および調査結果

試験盛土は高炉水砕スラグを盛土材料として用い、在来地盤上に10m×20m×厚さ2mの規模で施工した。盛土平面図をFig.1に示す。盛土は中央より左側について0.3m/層、右側について1.0m/層で撒き出しを行い、各層毎に転圧を行った。また、Fig.1に示す位置に沈下板を設置した。盛土材料の物理特性として、土粒子の密度、最大・最小密度をTable-1に示す。同表より、試験盛土用スラグの方がN slagよりも土粒子の密度が大きく、最大・最小間隙比はN slagの方が大きい。ここにN slagとは製鐵所において生成直後の試料である。

試験盛土施工後、高炉水砕スラグの経年変化等について各種計測および試験を行った。Fig.2およびFig.3に湿潤密度(湿潤単位体積重量)の深度分布を示す。両図より、高炉水砕スラグの湿潤単位体積重量にはばらつきがあるものの、施工時を除き1.3~1.4g/cm³($\gamma_t=13\sim14\text{kN/m}^3$)程度と盛土施工後2年経過しても特に大きな変化は見られず、

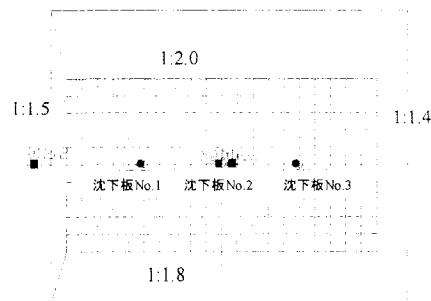


Fig.1 盛土平面図

Table 1 盛土材料の物理特性

	ρ_s (g/cm ³)	e_{max}	e_{min}
高炉水砕スラグ (試験盛土用)	2.766	1.455	0.893
高炉水砕スラグ (N slag)	2.624	1.521	1.043
玄海砂	2.661	0.802	0.493

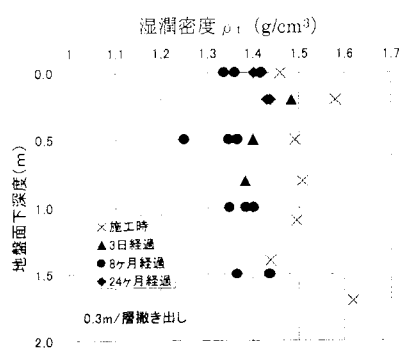
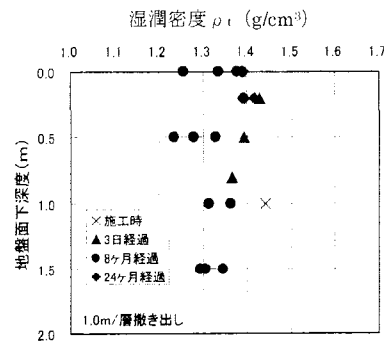
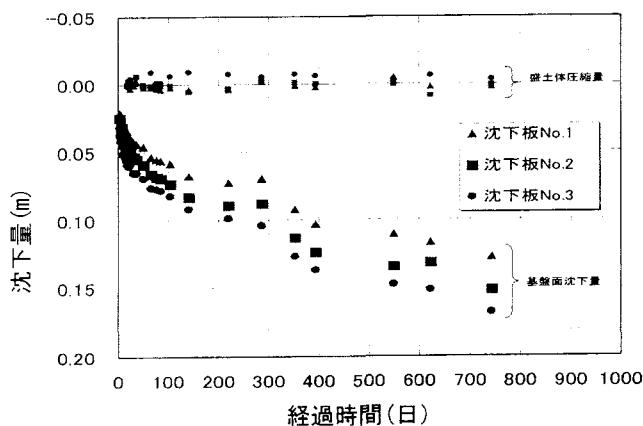
Fig.2 湿潤密度の変化
(0.3m/層撒き出し域)Fig.3 湿潤密度の変化
(1.0m/層撒き出し域)

Fig.4 経過時間-沈下量関係

軽量効果が持続していると考えられる。Fig.4 は盛土完成後の盛土体の圧縮沈下量および在来地盤の沈下量の経時変化である。同図より盛土施工後 2 年以内に生じた最大の圧縮ひずみ量は 0.5% 程度であり、盛土体の圧縮沈下はほとんど生じていない。盛土荷重に伴う在来地盤の沈下量の変化に関しては、まず沈下量はまず施工直後に集中し、その後は緩やかに沈下していることがわかる。盛土施工後 8 ヶ月経過時においてブロックサンプリングを行い、一軸圧縮試験を行った。Fig.5 に弾性係数 E_{50} の深度分布を示す。同図より、弾性係数は深度方向に大きくなる傾向が見られ、全体的に 0.3m/層撒き出し域の方が 1.0m/層撒き出し域よりも大きい。これは、0.3m/層撒き出し域の方が締固め度が大きいことが原因と考えられる。

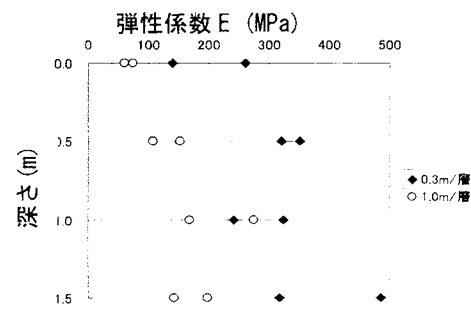


Fig.5 高炉水砕スラグの弾性係数

3. FEM による沈下予測 盛土および在来地盤の解析モデルを Fig.6 に示す。解析は盛土の施工履歴を踏まえて行い、初期の弾性係数は 0.3m/層撒き出し域と 1.0m/層撒き出し域のそれぞれで設定を行った。また、解析に使用する在来地盤および盛土の材料定数は、試験盛土からブロックサンプリングした試料を用いて行った一軸圧縮試験、標準圧密試験結果より求めた。沈下板の設置箇所における沈下量の経年変化および最終沈下量を Fig.7 に示す。実測値と解析値を比較すると、沈下量の経年変化および最終沈下量がほぼ一致している。これより、実際の地盤に即した FEM モデル、材料定数の選定を行うことで実現に近い結果が得られることが確認できた。なお、盛土体の圧縮沈下についても、実測値と同様にほとんど生じていないことを確認している。また、現場において計測できなかった盛土の側方ひずみおよび在来地盤の間隙水圧の経年的変化についても解析を行った。その結果、側方ひずみについてはほとんど生じないことがわかった。これより、盛土高 2m 以下の場合、側方流動については考慮しなくてもよいと考えられる。また、間隙水圧については盛土施工直後に上昇するが、その後はほとんど変化が生じないという結果が得られた。

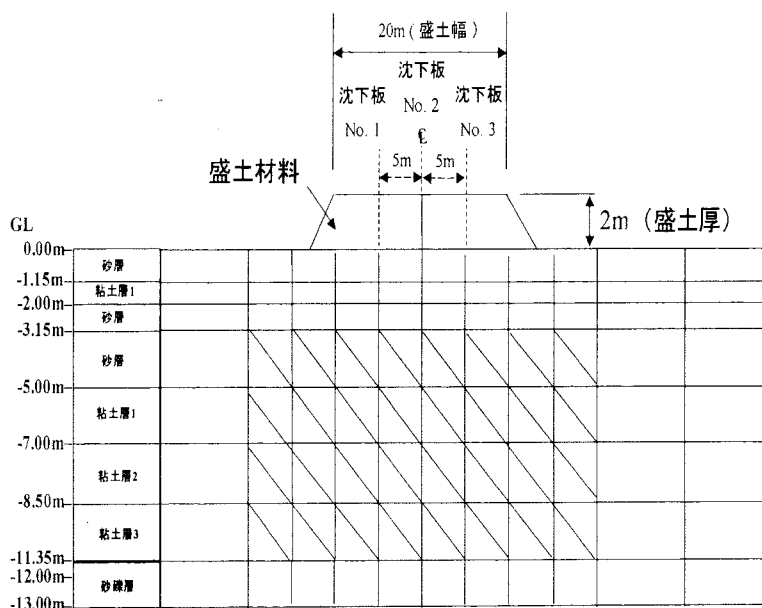


Fig.6 解析モデル

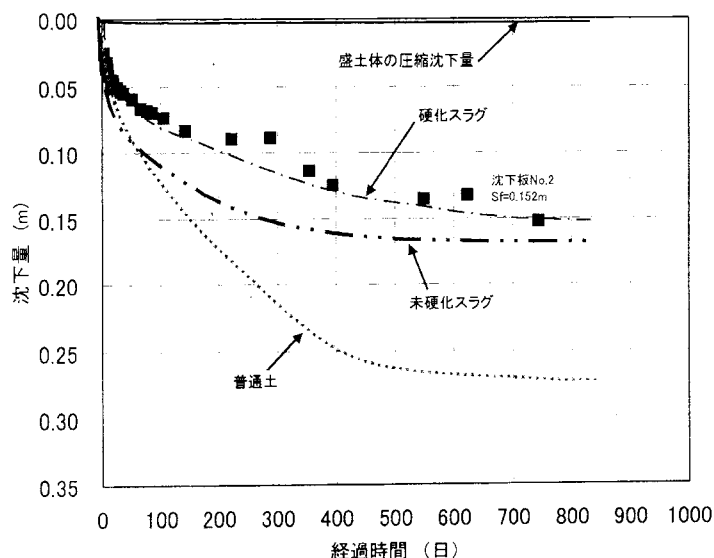


Fig.7 経過時間-沈下量関係

4. 結論 試験盛土施工を行い、高炉水砕スラグの経年変化等について各種計測および試験を行った結果、高炉水砕スラグは軽量性および強度が期待できる盛土材料として、有効に利用できるものと考えられる。また、有限要素法による在来地盤の沈下予測を行った。