

住友金属 (株) 山 本 親 志

住友建設 (株) 上 原 精 治

○ 住友建設 (株) 山 本 隆 治

I、まえがき 筆者らは数年来、産業廃棄物の再利用という事で排煙脱流石膏を土木材料に用いる研究を行ってきた。このうち、製鉛業でやはり副製される高炉水砕スラグ及び石灰等を用いた複合材料とし、地盤改良効果とあわせて、製造方法においてコストダウンにも務め地盤改良材を開発した。ここではこの安定処理材の脱水固化の原理、及び実験結果について述べ、この材料の可能性について検討したものである。尚、当材料の単価は既製の材料の半分程度の見込みである。

II、地盤改良材の概要 本改良材(以下SGL材と呼ぶ)は水砕、排煙石膏(2水石膏)、消石灰より成っている。その土壌固化作用は水砕中、さらには土粒子中のアルミナ源が石膏、消石灰、及び土壌中の水分と反応しエトリンガイトを生成する。この反応によって土粒子と固結し混合土の強度増加を図るものである。さらにその際、多量の水分を結晶水として固定するので含水比を低下させ強度増加に寄与している。この反応性状を検討する為に当材料を $\eta = 0.5$ のペーストとし20℃で所定の養生を行った試料をX線回析及びSEM(走査型電子顕微鏡)により観察を行った。X線回析により求めたエトリンガイト生成量の経時変化を図-1に示す。エトリンガイト生成量が時間とともに増加しているのが見られる。図-2は試料のSEMによる破面の写真例である。エトリンガイト針状結晶が水砕表面に2 μ 程度生成しているのがわかる。尚、SGL材の成分からエトリンガイトの固化作用の他に下記のような反応も起きている事が十分に考えられるが現在の所この反応による水和物の定量には成功していない。(現在検討中である。)

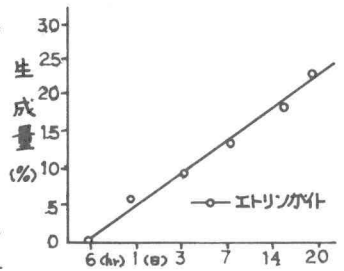


図-1 反応物の経時変化

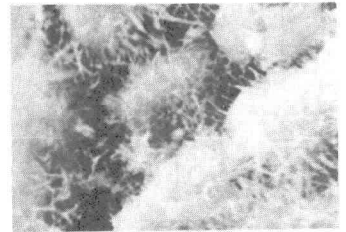


図-2 試料のSEMによる写真

1. SGL材自身がバトベルモライトゲル アルミン酸カルシウム等を生成する。

2. 消石灰、石膏がアロフェン、ハロイサイト等の土壌成分と反応し、いわゆる広義のボズラン反応を起す。

III、各種土に対する室内改良実験 これまで室内において4種の土に対しSGL材の混合による改良効果の試験を一軸圧縮試験及び室内CBR試験によって行った。その結果を以下に述べる。また試験に用いた土の土性値を表-1に示す。

(1) 砂に対する実験 (1)実験方法 一軸圧縮試験----試料土の含水比を最適含水比より2~3%湿润側に、又、湿润密度を1.9 γ になるよう5 $\times$ 10 ϕ の供試体作成用モールドに、プランジャーにて圧縮し作成した。養生は試料の含水比が変化しないようパラフィンで包み、20℃の室内にて養生した。尚、改良材の添加は、試料の乾燥重量に対し、3%、5%、10%の3種とし、モルタルミキサーにて攪拌した。

CBR試験----試料の調整及び改良材の添加方法は一軸圧縮試験と同様にし、15 ϕ のモールドに3層92回突き固め 20℃の水中にて養生した。

(2) 試験結果 一軸圧縮試験結果を図-3に示す。SGL材については添加率3%材令1週で6%、5%で7%の強度が得られた。また、添加率及び材令に比例して強度の増加が見られ、材令28日以上においても、強度

表-1 試料土の土性値

	砂	マサ土	凝灰岩風土	中粒シルト
最適含水比(%)	13.6	11.7		
比重	2.661	2.672	2.654	2.65
粒度(%)	砂	89	50	0
	シルト	9	8	75
	粘土	1	2	25
液性限界(%)			42.5	71
塑性限界(%)	N.P	N.P	37.5	37
日本統一分類	S M	S M	S M	CH
採取位置		広島県	岩手県	東京都

含水比が50～60%で運搬可能であったため、これを満足させるためには、現地盤上にほぼ1週間の仮置きが必要であるが、水砕スラグを敷設することにより1～2日の仮置きで十分である。このことは運搬性の改善のみならず、仮置場の有効活用にも寄与するものである。

3-3 コーン貫入試験結果

図-3は、深さ20cmから80cmまでのコーン指数 gc の平均値と経過日数との関係を示すもので、含水比低下に伴うトラフィカビリティーの改善効果も含水比の低下にほぼ準ずる傾向がみられた。

水砕スラグ敷設部では、3日目で人が踏込める程度になり9日目から $gc \geq 3$ により湿地ブルが走行可能までに改善された。又、鉛直ドレーン部では打設後3日経過して、水砕スラグ敷設部に比べ gc が1.5～2以上の増加がありトラフィカビリティーにかなりの改善効果がみられた。これに対し現地盤への盛土は3週間で $gc \approx 1 \sim 1.5$ であり人の踏込みがかなり可能であった。

3-4 ヘドロと水砕スラグ混合によるCBR値

図-4のように、水砕スラグの混合比増によるCBR値は、ヘドロの含水比が低いほど増加が著しい。

土木用材としての目標CBR値を3%以上とすると、現地盤上に水砕スラグを敷設し、混合比30～50%、仮置き期間2～4週間程度で用材として再利用出来ると判断される。しかし、現実には混合精度は問題として残るが、水砕スラグは水硬性による強度が経時的に増加するため、CBR値の増加があることは有利な傾向と思われる。

4 まとめ

以上のように水砕スラグを利用することにより、高含水比ヘドロの再利用化に対し、運搬性、作業性の改善にかなり効果的であることが確認できた。

水砕スラグをドレーン材として利用する場合、次の事がいえる。

1. 河川敷のような軟弱な地盤上に敷均すには軽量性が有効である。
2. ヘドロの仮置きに使用した水砕スラグ部でも、ヘドロ撤去後、所要の転圧処理することにより車両通行路となる。
3. ヘドロの質によっては、必要日数で十分な脱水効果が得られなかった場合でも、敷設した水砕スラグを混ぜて搬出すれば、運搬性が確保できる。
4. 鉛直ドレーンの設置は、ヘドロの脱水作用促進に有効であるとともに、脱水処理後、水砕スラグを混合することにより強度の改善が期待でき、築堤、盛土材等に利用可能である。

特に河川の築堤に利用する場合、ヘドロと水砕スラグの混合比率による築堤の透水傾向については、今後、現場実験をして確認する予定である。詳細については次の機会に報告したい。

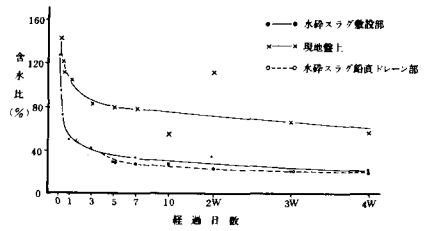


図-2 含水比測定結果

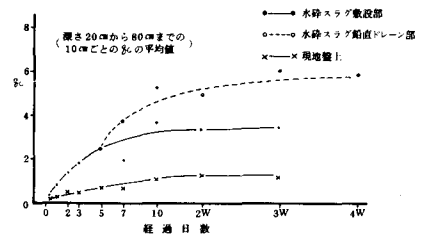


図-3 コーン貫入試験結果

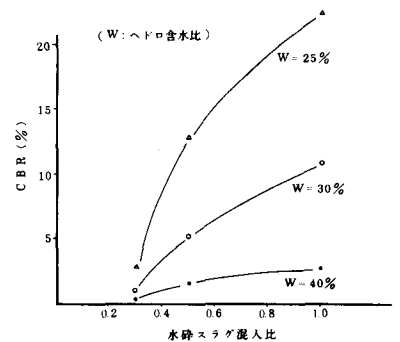


図-4 ヘドロと水砕スラグ

混合比によるCBR値