

各種鉄鋼スラグの土質安定処理材としての利用に関する一研究

大阪市立大学工学部 正員 本多淳裕 正員 山田 優 学生員○堅川勝三

1. 研究目的

現在厳しい状況にある鉄鋼各社は、いろいろな問題をかかえている。その一つにスラグの処理問題がある。年間高炉スラグが2400万トン、製鋼スラグが1100万トン生産されているが、高炉スラグは利用率100%外販率90%となっているのに対し、製鋼スラグは利用率75%外販率50%であり約60%を自社で処理しなければならず、その費用は年間かなりの額になっている。

製鋼スラグには、転炉スラグ、電気炉酸化スラグ、電気炉還元スラグがあり、その主成分としてCaOが40~50%、SiO₂が10~30%含まれている。高炉スラグの場合これらは単体として存在せず互いに結合しているが、製鋼スラグの場合CaOが単体で数%存在している。これが遊離CaOと呼ばれているもので、製鋼スラグの有効利用として大きな問題点となる膨張崩壊の原因となるものである。

本研究では、製鋼スラグの遊離CaOや水硬性に着目して、これらが土質安定材として、利用できないかどうかを消石灰と比較して検討することにした。処理効果を評価するための試験として、アッターベルグ限界試験と一軸圧縮試験を行うこととし、各々の試料を粘土に添加して恒湿養生した後試験し、塑性指数と一軸圧縮強度を比較した。

2. 実験材料

2-1 スラグと消石灰

上記3種の製鋼スラグと参考のために高炉徐冷スラグ、高炉急冷スラグを0.30mm以下に破砕して、実験材料とした。また、消石灰には一級試薬を用いた。

2-2 粘土

市販のカオリンとベントナイトを3:1の割合で混合し、液性限界状態の91.3%の含水比に調整して用いた。

3. 実験方法

3-1 アッターベルグ限界試験

粘土を液性限界の含水比に調整した後、スラグや消石灰を添加して混合し、恒湿箱で養生した後試験した。添加量を、消石灰については、1、2、6%、製鋼スラグでは、1、2、6、12、25%、高炉スラグは1、2%とした。養生期間は1、3、7、14、28日とした。

3-2 一軸圧縮試験

液性限界の含水比に調整した粘土に、添加材を加えてよく混合したのち、それを直径3.9cm、高さ7.8cmの塩化ビニルのパイプにつめ、恒湿箱の中で室温養生した後、パイプから抜き出して試験を行った。添加量は、アッターベルグ試験と同じで、養生期間は、7、14、28日とした。

4. 実験結果と考察

4-1 アッターベルグ限界試験の結果と考察

図-1と図-2を比較するとわかるように、添加量を増やすことによって消石灰を添加した場合はI_pが減少しているのに対し、製鋼スラグを添加した場合はI_pが増加している。このことから、製鋼スラグには、遊離CaOが含まれているが微量なため土との反応が満足に行われず、そのためI_pが減少する段階へ至っていないことがわかる。また、高炉スラグについては、無添加の粘土のI_pと変わらなかった。

次に、図-3に製鋼スラグと消石灰を混合して添加した場合の結果を示す。スラグ50%消石灰50%の配合比をさかいにして、それよりスラグが少ない側ではI_pが減少した。このことから、配合をスラグ

Atsuhiko HONDA, Masaru YAMADA & Katsumi KATAKAWA

50%以下にすることにより、有効な土質安定処理の効果が見られると推測できる。

図-4は、製鋼スラグの添加量を6、12、25、50%と増やした場合の結果である。製鋼スラグを多量に添加すると l_p が減少するが、 w_p もわずかながら減少する。このことから、この減少は化学的な処理効果と言うよりも物理的な効果と思われる。

4-2 一軸圧縮強度の結果と考察

結果を図-5に示すが、スラグを1および2%添加した粘土の一軸圧縮強度は、消石灰を1%添加したときの約1/2、消石灰2%のときの約1/5と小さい。しかし、高炉スラグの場合よりも大きく、また増加速度も高い。このことから、高炉スラグより製鋼スラグのほうが土質安定効果があると言える。

製鋼スラグと消石灰を混合して添加した場合、図-6に示すように上に凸となるのではなく下に凸という結果になった。このことから、製鋼スラグと消石灰を混合させて用いることは得策ではないことがわかる。

また、添加量を増加させた実験も行ったが、製鋼スラグを添加した粘土の強度は最大でも消石灰を1%添加したときの強度程度しかなかった。製鋼スラグを添加した粘土の強度が増加しないのは、遊離CaOが微量なため、仮に消石灰と同じだけのCaOをいれたとしても、その約30~60倍もの他の物質を添加していることになり、これらの寄与がない限り大きな強度増加を望めないことになる。

5. 結論

アッターベルグ限界試験と一軸圧縮試験の結果を総合してみると、製鋼スラグを土質安定処理材として用いる場合、実験に用いた粘土では25%以上添加するか、消石灰と混合してその比率をスラグ50%以下とすると、 l_p を減少させるので有効なことがわかったが、強度の増加はみられなかった。それゆえ、それらに消石灰と同じ効果を期待することは無理と考えられ、他の方法または他の用途開発が必要と言える。

● 消石灰 ○ 電気炉還元スラグ △ 電気炉酸化スラグ
□ 転炉スラグ × 高炉急冷スラグ + 高炉徐冷スラグ

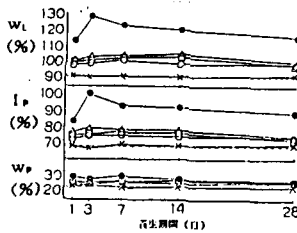


図-1 スラグや消石灰を1%添加した粘土の w_L 、 w_P 、 l_P

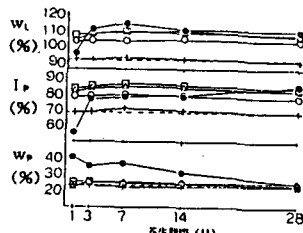


図-2 スラグや消石灰を2%添加した粘土の w_L 、 w_P 、 l_P

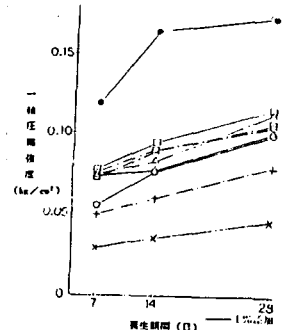


図-5 スラグや消石灰を添加した粘土の一軸圧縮強度

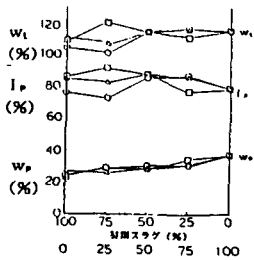


図-3 スラグと消石灰の混合物を2%添加した粘土の w_L 、 w_P 、 l_P

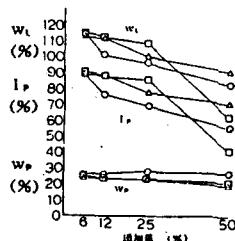


図-4 製鋼スラグの添加量と w_L 、 w_P 、 l_P

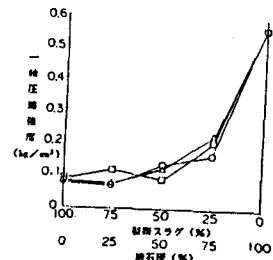


図-6 スラグと消石灰の混合物を2%添加した粘土の一軸圧縮強度