

### III-522 土質安定材としての石膏添加還元スラグ

大同工業大学 ○ 桑山 忠  
 大阪市立大学 山田 優  
 大同工業大学 野呂和司

#### 1 まえがき

還元スラグは電気炉製鋼において溶鋼の脱硫、脱酸および成分調整をする還元期精錬で産出するスラグである。このスラグは冷却過程の結晶相の相転移( $\alpha' - 2CaO \cdot SiO_2 \rightarrow \gamma - 2CaO \cdot SiO_2$ )による体積変化の結果として粉末状となるものが多い。また、このスラグは特異な膨張特性と顕著な水硬特性を持っていることが明らかとなってきた<sup>1)</sup>。しかし、膨張の安定化処理に多大の経費を要し、水硬材料としての効果が明確ではないため、他の製鋼スラグ(転炉、酸化スラグ)に比べ、有効利用率は55%と低くなっている。本研究では、還元スラグに石膏を添加することによって水硬性を促進させて軟弱地盤などの土質安定材料として利用するときの効果について基礎的実験を行ったものである。

#### 2 実験試料

還元スラグは製鋼条件によって物理的・化学的性質が異なってくるが<sup>2)</sup>、本研究で使

表-1 実験に使用した還元スラグの化学成分(%)

SiO <sub>2</sub>	CaO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	T-S	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
25.74	48.31	7.06	11.84	0.377	0.208	1.600	0.025

したスラグは還元期のみを使用されるLF電気炉から産出した粉末状還元スラグである。表-1に還元スラグの化学成分を示した。還元スラグは化学反応性が高く、化学成分の含有率から求められる塩基度の高いものは顕著な水硬性を示し、この実験に用いた還元スラグの塩基度は2.61となり、産出するスラグの中では中程度の水硬性を示す<sup>3)</sup>。還元スラグに添加する石膏は市販されている石膏を用いた。

#### 3 実験方法

石膏を添加した還元スラグの土質安定材料としての効果を調べるために、粘土鉱物であるカオリン、ベントナイトおよび名古屋港の埋立地から採取した軟弱粘土と混合し、一軸圧縮強度を調べた。また、石膏添加還元スラグのみの強度をセメントの強さ試験に従って求め、還元スラグと石膏の適切な混合割合を調べた。一軸圧縮試験の供試体はフロー値が150~200mmとなるように蒸留水を加えて練り混ぜ、直径25mm、高さ50mmのポリ塩化ビニル製のモールドに空隙のできないように突き固めて作成した。20℃、湿度95%以上の養生箱で飽和湿潤状態で24時間養生してから脱型し、供試体の直径と長さを測定してから所定の期間だけ20℃、飽和湿潤養生をした。供試体は3日、7日、28日、91日養生後に直径と高さを測定してから一軸圧縮強度を求めた。カオリン、ベントナイト、軟弱粘土と石膏添加還元スラグとは9:1、3:1、1:1の3混合比で行った。また、石膏と還元スラグの割合は8:2、7:3の2種類について調べた。

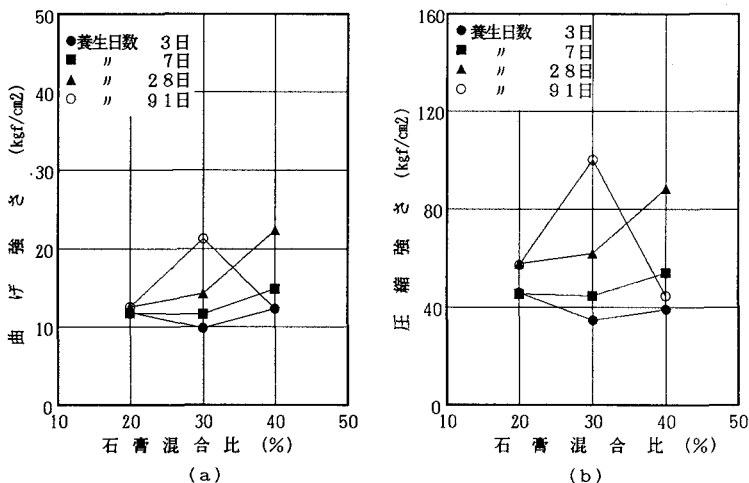


図-1 石膏混合比と曲げ強さ、圧縮強さの関係

#### 4 実験結果と考察

図-1は石膏添加量の変化と圧縮強さ、曲げ強さを示している。還元スラグに石膏を添加すると還元スラグの鉱物相の1つである12CaO·7Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>とCaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>Oの水和物としてエトリンガイトを生成し、還元スラグの水硬性が大きく促進されるが<sup>3)</sup>、石膏の添加量が多いとエトリンガイトの生成量が養生日数の増加ともにより多くなり、体積膨張のため強さは低下する。

図-2、3、4はカオリン、ベントナイト、軟弱粘土と石膏添加還元スラグを混合したときの一軸圧縮強度の変化を示したものである。

石膏添加還元スラグは多くの水分を結晶水として取り込むエトリンガイト(3CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·3CaSO<sub>4</sub>·32H<sub>2</sub>O)を生成するので、この混合割合が増すと養生日数の増加にもなって供試体が膨張し、一軸圧縮強度を低下させる傾向にある。カオリンの場合、体積変化率が最大13.8%を示し、供試体内部にまで亀裂が認められ、強度低下が大きく現れた。しかし、軟弱粘土の場合は体積変化率が最大4.7%の膨張であり、供試体表面には亀裂が認められたが、一軸圧縮強度の低下はみられなかった。ベントナイトの場合には養生日数とともに一軸圧縮強度は増加してきているが、その増加割合はカオリン、軟弱粘土に比べると小さい。膨潤性の粘土の場合には土質改良効果は小さいことが分かる。

還元スラグと石膏の割合は8:2の場合より7:3の場合の方が強度増加は大きく、体積膨張が数%以下である3:1付近の混合比が土質安定処理に適しているものと考えられる。

#### 5 結言

産業廃棄物の再資源化の観点から、有効利用にとって不利な特性を持つ還元スラグの利用を計るための試みの1つとして土質安定材としての可能性について検討をしてきた。軟弱粘土などとの混合方法などの検討が必要であるが、セメントや石灰安定処理による土質改良効果と同等の効果が得られており、石膏添加還元スラグが土質安定材として利用できることが判明した。

#### <参考文献>

- 1) 桑山忠、山田優、本多淳裕：電気炉スラグの土木材料としての利用，建設用原材料，Vol. 1, No. 1, pp. 29-35, 1991. 3.
- 2) 桑山忠、山田優、本多淳裕、三瀬貞：電気炉スラグ製鋼スラグの物理的、化学的性質，土と基礎，Vol. 38, No. 12, pp. 23-28, 1990. 12.
- 3) 桑山忠、本多淳裕、山田優、三瀬貞：電気炉還元スラグの水硬性とその利用，廃棄物学会論文誌，Vol. 1, No. 1, pp. 19-28, 1990. 8.

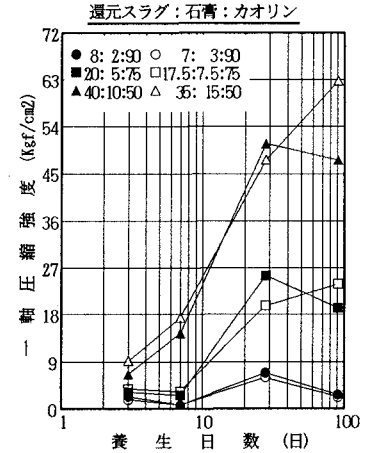


図-2 養生日数と一軸圧縮強度の関係

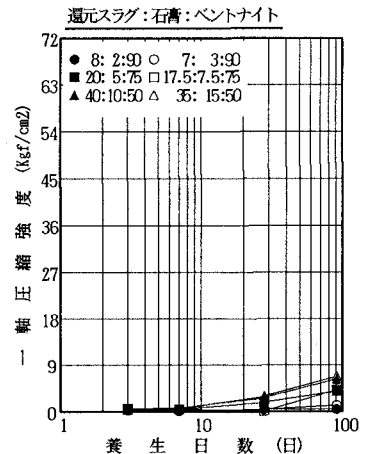


図-3 養生日数と一軸圧縮強度の関係

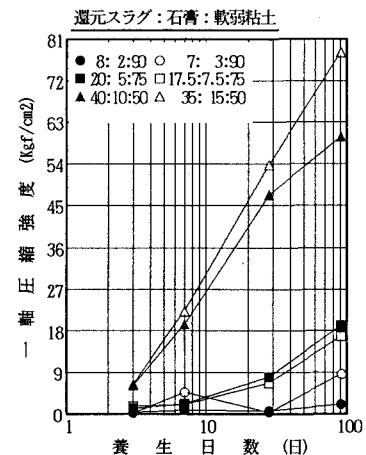


図-4 養生日数と一軸圧縮強度の関係