

III-181 粉化転炉スラグの路盤材としての基礎的性質

金沢大学 学生員。五十嵐 心一 正員 川村 満紀
金沢大学 正員 鳥居 和之 正員 初嶋 重正

1. まえがき

近年、製鋼技術の改良にともない産出される転炉スラグは、遊離石灰も多量に含有した粉状のスラグとなり、粉化転炉スラグと呼ばれている。粉化転炉スラグは遊離石灰による膨張崩壊性もなくすることができれば、その粒度分布および硬度から路盤材として有効に利用できるものと考えられる。本研究は粉化転炉スラグの物理・化学的性質と締固め粉化転炉スラグの水浸膨張性および強度特性のエージングによる変化を明らかにすることによって、粉化転炉スラグの路盤材としての適用性について調べたものである。

2. 実験概要

本実験に使用した粉化転炉スラグの化学成分は表-1に示すとおりである。粉化転炉スラグは所定期間屋外に放置(エージング)し、所定のエージング期間(1, 2, 3および6ヶ月)において試験用試料を採取した。エージングによる粉化転炉スラグの鉱物組成の経時変化も明らかにするため、X線回折、D.T.A. およびSEM観察を行った。また、JIS 1211に従って作製したCBR供試体について、水浸養生(温度20℃の水槽への浸漬)および温水促進養生(温度80℃の水槽での6時間浸漬の10回繰返し)の2種類について膨張量の測定を行った。さらに、最適含水比および最大乾燥密度となるようにランマーで突固めて作製した供試体(φ 75mm × 150mm)をポリエチレン袋で密封し、恒温恒湿室内で養生し、それぞれ所定条件において軸圧縮強度試験を行った。

表-1. 粉化転炉スラグの化学成分(%)

	粉化転炉スラグ
CaO	44.0
SiO ₂	14.2
T-Fe	15.4
FeO	8.3
M-Fe	2.0
MnO	3.6
MgO	4.7
Al ₂ O ₃	5.6
TiO ₂	1.1
P ₂ O ₅	2.9

3. 屋外に放置した粉化転炉スラグの鉱物組成の経時変化

X線回折の結果より、粉化転炉スラグの主要鉱物相はβ-C₂S相、C₂S-C₃P相、C₂F相、ブスタイト相、f-CaOおよびCa(OH)₂である。エージングの進行にともないf-CaOおよびβ-C₂S相のピーク高さは減少しており、その結果Ca(OH)₂、CaCO₃およびC-S-Hゲルの生成が認められる(図-1, 写真-1, 2)。また、粒子表面のSEM観察より、C-S-Hゲルの針状の結晶のほかにC₂F相の水と反応によるC₄AH₁₃の板状結晶がみられた(写真-3)。エージング6ヶ月においては、カルサイトの結晶の生成も同様に認められる(写真-4)。エチレン・グリコール抽出法によって測定した粉化転炉スラグ中の遊離石灰量は、エージング0から1ヶ月に掛けて増加し、それ以後減少傾向がみられる(図-2)。以上の結果より、粉化転炉スラグ中のf-CaOはエージングにともなって減少し、粉化転炉スラグは安定材料となることかわかる。

4. 締固め粉化転炉スラグの水浸膨張性

温度20℃の水浸養生の場合、エージングにともない粉化転炉スラグの膨張量は大きく低下し、とくにエージング0から2ヶ月における膨張量の低下が著しく、エージング6ヶ月ではほとんど膨張を示さない(図-3)。一方、温度80℃の促進養生の場合、エージングにともない膨張量の低下傾向は、水浸養生の場合とほぼ同様であるが、膨張率は水浸養生の場合よりかなり大きくなる(図4)。

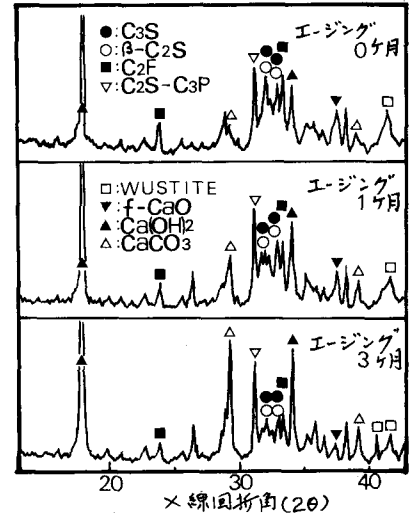


図-1. 粉化転炉スラグのX線回折図

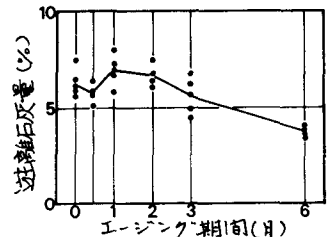


図-2. 遊離石灰量の経時変化

これは常温では反応しない粒子内部の $f\text{-CaO}$ および $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 相の水和が高温で促進されたためである。

また、締固め粉化転炉スラグの水浸 CBR 値はエージングにともない減少していくが、いずれのエージング期間のものも上層路盤として十分な値を示している(図-5)。

5. 締固め粉化転炉スラグの圧縮強度特性

無添加の締固め粉化転炉スラグの場合、材令28日以前においてはいずれのエージング期間においても、大きな強度は得られないが、28日以降の長期材令において比較的大きな強度の増加がみられる(図-6)。締固め粉化転炉スラグの長期材令における強度増加の理由としては、 $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 相の水和反応による固結結果が一因として考えられる。従って、エージングが進行すると粒子表面がおもにカルサイトおよび C-S-H ゲルから成る多孔質の層で覆われるため、図-6に示すようにエージング期間が3ヶ月以上においては圧縮強度は減化する。

6. まとめ

以上の結果より、粉化転炉スラグはエージングにより、膨張崩壊の原因となる $f\text{-CaO}$ 量が減少し、また、粒子表面から $\beta\text{-C}_2\text{S}$ 相の水和反応が活発に進行し、 C-S-H ゲルおよびカルサイトも生成する。このため粉化転炉スラグの水浸膨張量はエージングにともない著しく低下する。

一斉、粉化転炉スラグの一軸圧縮強度は、初期材令では小さく、各エージング間に差はみられない。

強度増加の現われる長期材令では、長期間のエージングも行った粉化転炉スラグは、粉化転炉スラグ粒子表面の水和反応および炭酸化的ため、強度は小さくなるようである。

参考文献

柳場、島居、助田：転炉スラグの建設材料としての有効利用に関する基礎的性質，セ技年報，35。

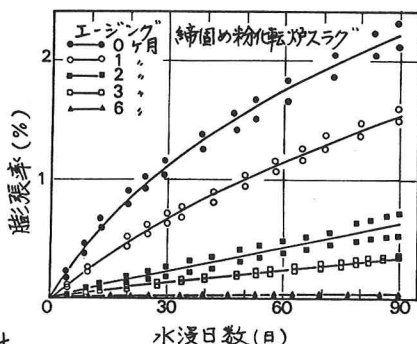


図-3. 水浸日数による膨張率の変化

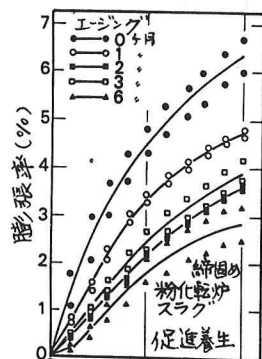


図-4. 水浸日数による膨張率の変化

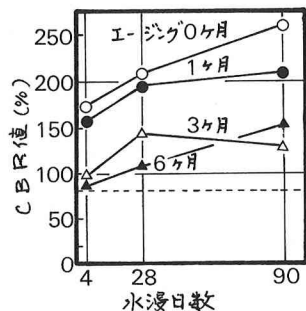


図-5. 水浸日数による CBR 値の変化

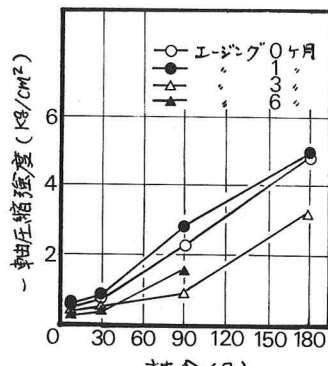


図-6. 材令による一軸圧縮強度の変化

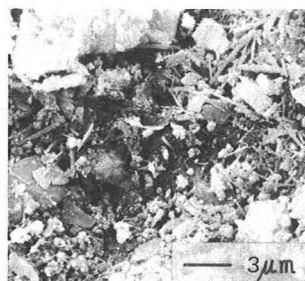


写真-1 粉化転炉スラグ表面の SEM 像 (エージング 0 ヶ月)

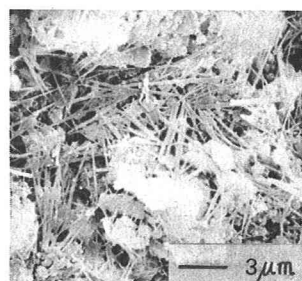


写真-2 粉化転炉スラグ表面の SEM 像 (エージング 1 ヶ月)

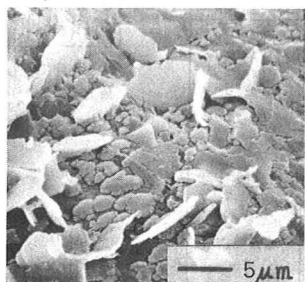


写真-3. 粉化転炉スラグ表面の SEM 像 (エージング 3 ヶ月)

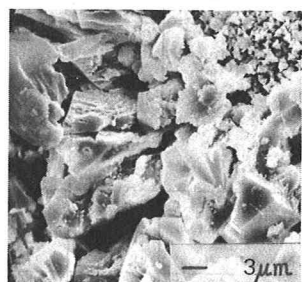


写真-4 粉化転炉スラグ表面の SEM 像 (エージング 6 ヶ月)