

電気炉スラグ路盤材の水浸膨張性の評価法

大阪市立大学 正員 本多淳裕 正員 山田 優
学生員○江口勝彦

1. まえがき

電気炉スラグは、くず鉄を主原料として電気炉で鋼を製造する際に生じる。酸化スラグと還元スラグから成り、通常、前者は塊状、後者は粉状である。水と反応して固まる性質、すなわち水硬性を有している。舗装要綱で規定されている水硬性粒度調整スラグ路盤材（HMS）として利用できる可能性がある。しかし、水硬性と同時に著しい水浸膨張性を呈するものがある。この水浸膨張性を評価する方法として日本道路協会では80℃水浸膨張比試験を示しているが、この方法で十分であるかどうかはいまだ確認されていない。そこで本研究では、同協会の方法を基準にして、種々の実験を行うことによって水浸膨張性の評価法について検討した。

2. 実験試料

還元スラグの性質は、化学成分、強度とも同炉によるものと別炉によるものでは大きな違いがあるため、前者によっているA社と後者によっているB社からスラグを採取し、実験試料とした。

3. 水浸膨張比試験結果

長期のスラグの80℃水浸試験を行ったところ、試験期間4ヶ月でも膨張は止まることがなく進行している（図-1）。B社の試料を用いたものは初期における膨張のばらつきが小さかったのに対して、A社の試料を用いたものはばらつきが大きい。膨張の初期の出現は、表面付近に存在する遊離石灰の水酸化によるものであると考えられる。スラグ中の遊離石灰は、特に酸化スラグ中に存在するものについては、これを碎かなければ存在を確認できないという難点があり、スラグを締め固める以前に確認することができないものが多い。そのため締め固めたときに偶然、遊離石灰が表面近くに存在していたものについては、初期の膨張が大きく現れると考えられる。スラグの膨張はそれを締め固めたときの状態に大きく影響されるということがわかる。いずれにしても10日水浸ではスラグの水浸膨張性を評価できないことがあるといえる。

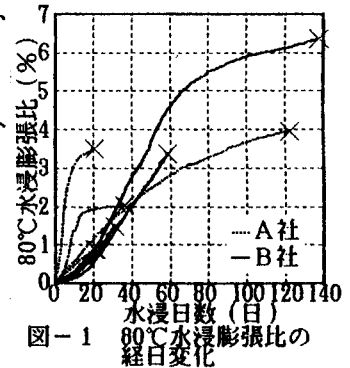


図-1 80℃水浸膨張比の経日変化

4. 水和試験の結果と20日間水浸膨張比試験結果との関係

(1) 水和試験について

スラグの水浸時の膨張の主たる要因が、含まれる遊離石灰および遊離マグネシアの水和によるものであれば、その遊離石灰・遊離マグネシアの量はその膨張量に影響してくるはずである。よって、スラグ中に含まれる遊離石灰・遊離マグネシアの水和できる量や水和した量を定量化し、膨張性との関係を検討するために、水浸膨張試験した試料を110℃乾燥して粉碎し、600℃の灼熱、煮沸などを行って、次に示す水和率、未水和率、水和容量、水和進行度を試験した。なおこれらの試験を総称して水和試験という。

水和率 : 110℃乾燥後、600℃灼熱で減少する重量割合 (%)

未水和率 : 水中煮沸により増加する重量割合 (%)

水和容量 : 水中煮沸後、600℃灼熱で減少する重量割合 (%)

水和進行度 : 水和率の水和容量に対する比

(2) 水和試験結果と水浸膨張比の関係

Atsuhiko HONDA, Masaru YAMADA, Katsuhiko EGUCHI

水和率が大きくなるほど水浸膨張比が大きくなる傾向を示している（図-2）。

また未水和率が小さいほど水浸膨張比は大きくなる傾向を示している（図-3、4）。酸化スラグが同じものならば、還元スラグのエージング処理がされていてもされていなくても、未水和率に対する水浸膨張比の大きさは同じ程度であるのに対し、還元スラグを一定にしたときの水浸膨張比と未水和率の関係で、水浸膨張比が同じ程度でも、酸化スラグのエージング処理のされている試料の方が、未水和率は小さくなった。

このことから酸化スラグのエージングによって水和していない鉱物の割合が減少し、未水和率と関係する水浸膨張比には、酸化スラグの反応が主にかかわっているものと推定される。水浸膨張比は水和進行度増加とともにほぼ直線的に増加しており、それらの間にも深い関係があることを伺わせる（図-5）。しかし、酸化スラグ、還元スラグとも未エージングの材料を使用した場合でも、水浸膨張比は水和進行度=0の地点から出現してこないため、初期においては水和反応物は空隙を生めるだけで膨張に寄与しないことがわかる。

5. さらに長期の水浸膨張性について
前記のように20~30日間程度の80℃水浸で水和進行度は1に達するが、膨張はまだ停止しない。さらに長期間の水浸膨張比試験結果では、水浸膨張比は水和率、未水和率および水和進行度との関係において20日水浸膨張試験のような結果を得ることが出来ない。特に未水和率に関しては水浸膨張比が大きくなるほど大きな値を示すようになってきている。水和容量と水浸膨張比の関係を見てみると、水和容量が大きいほど水浸膨張比が大きくなっている（図-6）。また水浸日数が増加するほど水和容量は増加する傾向を示している。何日も水浸させることによって、スラグ中の鉱物が煮沸したときに水和反応しやすい状態となったと考えられる。

6. あとがき

今回の実験より、電気炉スラグはたいへん長期間にわたって膨張が進行することがわかり、10日水浸では不十分な場合があることが判明した。水和試験の結果は水浸膨張比と深い関係にあるが、最終水和容量を短期間で求めることができない。現状では少なくとも水浸膨張比の経日変化速度が一定になるまで試験を続ける必要がある。そのために1ヶ月以上を要する場合もあると考えられる。したがって、現行の方法よりもさらに水和を促進できる膨張比試験が望まれることになる。

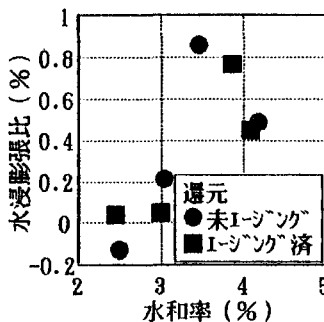


図-2 水浸膨張比と水和率の関係
B社酸化未I-ジソク

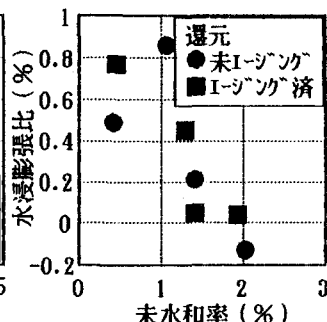


図-3 水浸膨張比と未水和率の関係
B社酸化未I-ジソク

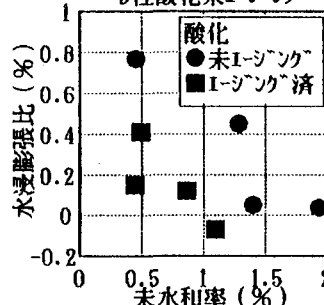


図-4 水浸膨張比と未水和率の関係
B社還元未I-ジソク

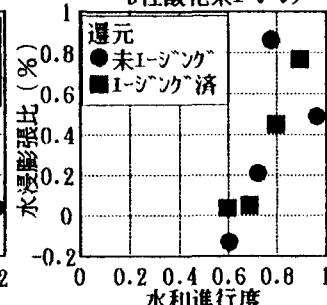


図-5 水浸膨張比と水和進行度
B社酸化未I-ジソク

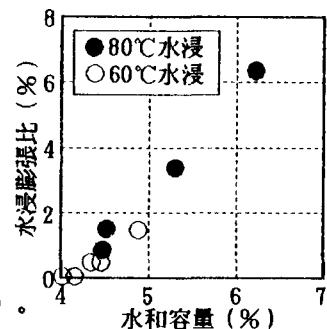


図-6 水浸膨張比と水和容量の関係
B社酸化未I-ジソク
還元未I-ジソク