

石炭ガス化溶融スラグを用いたモルタルの空気連行性およびその改善方法

呉工業高等専門学校 学生会員 ○白井敦士
 呉工業高等専門学校 正会員 堀口 至
 中国電力株式会社 正会員 渡邊 勝
 中国電力株式会社 正会員 杉原 聡

1. はじめに

現在、高効率な石炭火力発電技術として石炭ガス化複合発電(IGCC: Integrated coal Gasification Combined Cycle)方式が注目されている。著者らは、IGCC 方式の石炭ガス化炉から排出されるスラグの有効利用のためにコンクリート用細骨材への利用を目指している。これまでの研究¹⁾より、スラグが混入したコンクリートでは空気量が著しく低下することが分かっている。そこで、本研究では細骨材の一部をスラグで置換したスラグモルタルにより試験を行い、スラグモルタルの空気連行性およびその改善方法について検討を行った。

2. 試験方法

本研究では、石炭ガス化炉から排出された石炭ガス化溶融スラグを磨砕したスラグを使用した。スラグの物理的性質を表-1に、粒度分布を図-1に示す。ただし、表および図には比較のために砕砂の試験データを示し、図には JIS A 5005 に規定されている粒度標準を併記している。表中の粗粒率および粒度分布より、スラグは砕砂より粒度が幾分粗いが、砕砂の粒度標準範囲内であることが分かる。また、スラグの密度は砕砂よりも小さく、吸水率、実積率、微粒分量は大きくなるが、その差は小さいことが分かる。

試験ではスラグ無混入のプレーンモルタルと、砕砂の25%をスラグで置換したスラグモルタルの2種類を作製した。プレーンおよびスラグモルタルの配合は、共に水セメント比50%、セメント砂重量比3とした。スラグモルタルの空気連行性を検討するため、一般コンクリート用 AE 剤を用い、添加率を単位セメント量の0~3%まで段階的に変化させた。また、スラグモルタルの空気連行性の改善方法として、水洗スラグとフライアッシュ用 AE 剤の使用の二種類について検討を行った。なお、ここでの水洗スラグとは、スラグに付着し

表-1 スラグの物理的性質

	スラグ	砕砂
粗粒率	(-)	2.81
表乾密度	(g/cm ³)	2.55
絶乾密度	(g/cm ³)	2.53
吸水率	(%)	0.93
単位容積質量	(kg/L)	1.71
実積率	(%)	67.5
微粒分量	(%)	4.4

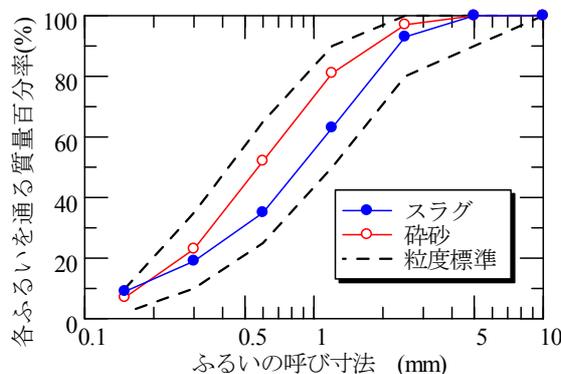


図-1 スラグの粒度分布

ている煤のような微粒分を水洗いにより取り除いたスラグのことである。また、水洗スラグを用いた水洗スラグモルタルの混和剤には一般コンクリート用 AE 剤を、フライアッシュ用 AE 剤を用いた FA スラグモルタルには水洗していないスラグを用いた。

練混ぜには公称容量 5L のモルタルミキサーを用い、練り混ぜられた試料について、JIS A 1128 を参考にして加圧法による空気量測定を行った。また、40×40×160mm の角柱供試体を作製して JIS R 5201 に基づき、曲げおよび圧縮強度の測定を行った。ただし、試験材齢は 28 日とし、材齢を迎えるまでの供試体は室温 20℃の水中に静置した。

3. 試験結果および考察

図-2 にプレーンおよびスラグモルタルの AE 剤添加

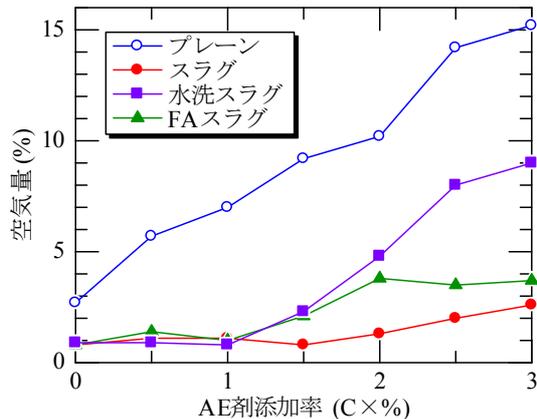


図-2 AE 剤添加率と空気量の関係

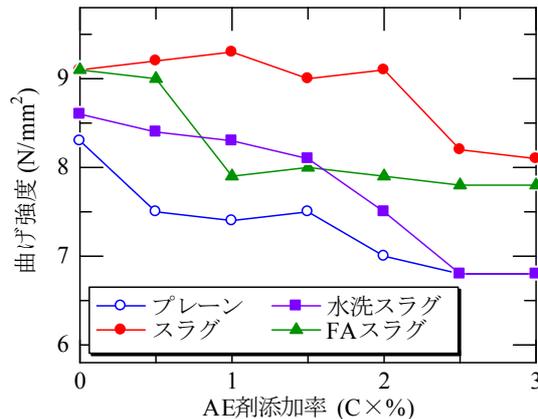


図-3 AE 剤添加率と曲げ強度の関係

率と空気量の関係を示す。図より、プレーンモルタルでは AE 剤添加率の増加に伴い、空気量は比例的に増大していくが、スラグモルタルでは添加率 2.0%まで空気量は変化せず、添加率 2.0%を超えてから空気量が増加することが分かる。ただし、添加率が 3.0%でもスラグモルタルの空気量は 2.6%と低いため、スラグモルタルの空気連行性は著しく低いと言える。一方、水洗スラグおよび FA スラグモルタルでは、AE 剤添加率 1.0%までのスラグモルタルは空気量約 1%の低い値しか示さないが、添加率 1.0%を超えると空気量は増加する傾向を示した。しかし、空気量の増加割合は FA スラグモルタルよりも水洗スラグモルタルの方が大きく、添加率 3.0%の FA スラグモルタルの空気量は 3.7%であるのに対して、水洗スラグモルタルは 9.0%であった。以上のことから、スラグモルタルの空気連行性を改善するためにはスラグの水洗処理が効果的であることが分かった。ただし、水洗スラグモルタルでも同一 AE 剤添加率のプレーンモルタルと比較すると、空気量は約 5~7% 低くなる傾向を示した。

図-3 にプレーンおよびスラグモルタルの AE 剤添加率と曲げ強度を、図-4 に AE 剤添加率と圧縮強度の関係を示す。ただし、図-3 の試験値は供試体 3 本の、図-4 の試験値は供試体 6 個の平均である。図-3 より、プレーンおよび全てのスラグモルタルでは、AE 剤添加率の増加に伴い、曲げ強度は減少する傾向を示すことが分かる。また、図-4 より、プレーンおよび水洗スラグモルタルの圧縮強度は曲げ強度と同様に AE 剤添加率の増加に伴い減少するが、スラグおよび FA スラグモルタルでは試験値にバラつきがみられるが、ほぼ一定の値を示すことが分かる。一般に、コンクリートやモルタルでは混入する空気量が増加すると強度特性が低下

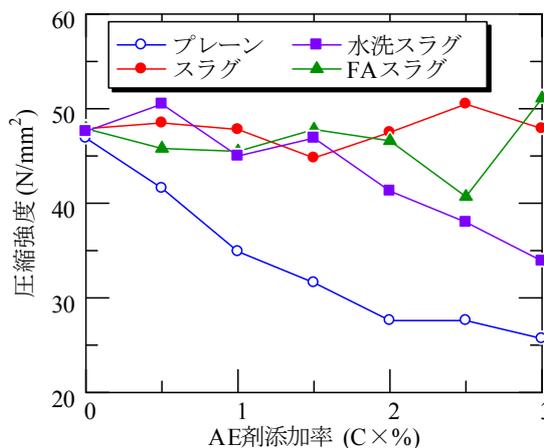


図-4 AE 剤添加率と圧縮強度の関係

する傾向を示す。スラグモルタルはプレーンモルタルと比較すると高い強度値を示したが、これは AE 剤による空気連行が阻害されているためにすぎない。このため、スラグをコンクリート用の細骨材として用いた場合、同様にコンクリートの空気連行性が低下すると推測されるため、水洗スラグやフライアッシュ用 AE 剤の使用といった対策について考える必要がある。

4. まとめ

- 1) モルタルにスラグが混入することで、モルタルの空気連行性は著しく低下することが分かった。
- 2) 水洗スラグやフライアッシュ用 AE 剤を用いることでスラグモルタルの空気連行性は改善でき、その効果は水洗スラグの方が大きいことが分かった。

参考文献

1) 堀口至ら：石炭ガス化溶解スラグを用いたコンクリートに関する基礎的研究、セメント・コンクリート論文集、Vol.66、pp.615-621、2012