

## ボールミル混合法を利用した高炉スラグ微粉末の 高活性化処理方法の最適化

日大生産工(院) ○櫻井 裕 日大生産工 鵜澤 正美

### 1. 緒言

高炉スラグ微粉末(以下BFSPと略記)に高活性化処理を施すことでセメント混和材としての有効性を上げ、工業化までの技術を確認することを目標としている。

本研究では、圧縮強度増進性を検討するため、BFSPを普通ポルトランドセメントに対し、5, 10, 15, 20%を外割置換し、それぞれボールミル混合時の最適ボール配合、最適置換率の探索を行った。その後、飽和水酸化カルシウム溶液の添加量を変化させた際の圧縮強度の変化、これによる最適量の探索を行った。ボールミル混合法による高活性化処理をBFSPに応用し、BFSP、潜在水硬性に圧縮強度増進性の向上が可能であるか検討した。

### 2. 手法

普通ポルトランドセメントの質量比 5, 10, 15, 20%をBFSPと標準砂を外割置換した。使用材料は、水道水(W)・普通ポルトランドセメント・標準砂(セメント協会強さ試験用:S)、飽和水酸化カルシウム溶液とした。供試体の作成方法はJIS R 5201に準拠して40×40×160mmの角柱型とし、供試体の成型後20℃の恒温室で24時間の前置き養生後脱型を行い、水中養生した。混合方法は内容量500mlの広口試験瓶に、BFSP・飽和水酸化カルシウム溶液・水・砂・セラミックスボールを入れ、2段式ボールミル回転架台を使用しボールミル混合を行った。回転架台の回転数は30rpm、混合時間は1時間、ボールミル混合を行う際の水、砂は水量70ml、砂量50gに固定して行った。圧縮強度試験ではJIS R 5201 附属書Cに準拠し供試体6本の平均値を測定値とした。

### 3. 実験結果

Table.1 にボール配合 1~8 を示す。また、Fig.1 にて未処理のBFSP添加モルタルを0、ボールミル混合法で処理した活性化混合材

Table.1 検討したボール配合

材質	径(mm)	1	2	3	4	5	6	7	8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15	—	—	—	10	10	—	20	—
	13	—	—	—	5	—	—	—	—
	10	—	1	—	—	5	—	—	—
	8	—	—	1	—	—	—	—	—
	6	—	7	6	—	—	—	—	—
ZrO <sub>2</sub>	20	1	1	3	—	—	—	—	—
	15	1	4	—	—	—	10	—	20
	10	9	2	2	—	—	5	—	—
	8	1	—	—	—	—	—	—	—
	6	1	—	—	—	—	—	—	—
	5	2	—	3	—	—	—	—	—

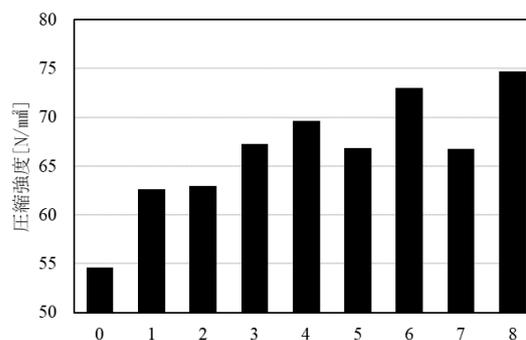


Fig.1 未処理、ボール配合 1~8 による BFS 含有モルタル材齢 28 日の圧縮強度

添加モルタルを Table.1 のボール配合通りに 1~8 とした。このボール条件は、これまでの下水汚泥焼却灰での最適条件の検討<sup>1)</sup>の際、最終検討まで厳選された 8 種の条件を使用した。水中養生を 28 日行い、圧縮強度試験を行った結果を示す。この結果から活性化 BFS 添加モルタルは未処理の BFS 添加モルタルに対して圧縮強度は増加することが確認された。8 の ZrO<sub>2</sub> ボール 15mm20 個が最も活性化が確認でき、それに次いで 6 の ZrO<sub>2</sub> ボール 15mm10 個と 10mm5 個の構成が高く強度増進している傾向が確認できた。未処理に対する活性化指数は、ボール配合 8 が 137% であり、6 が 134% であった。以上のことか

Search for Highly Activated Treatment Method of Sewage Sludge Incineration  
Ash by Ball Mill Mixing Method

Yu SAKURAI, Masami UZAWA

ら、ボール配合は最も圧縮強度の増進が確認された8で研究を進めていくこととした。

本研究のボールミル混合ではこれまでの研究により<sup>2)</sup>、水量と砂量は固定して行った。この固定値に対してBFSPを外割置換で5～20%の5%刻みのうちのどの置換率が強度増進に適しているか検討した。Fig.2の結果から置換率10%が活性化処理を施した際に最も強度増進することが確認された。この結果から、本研究にて活性化処理をする際の的外割置換率は10%が適している。

最後に、ボールミル混合時の飽和水酸化カルシウム溶液の添加量を変更した圧縮強度を検討した。これはBFSPの潜在水硬性の活性を促す目的で添加しているが、飽和水酸化カルシウム溶液の添加量が多く、ボールミル混合時の全液体量が多いことで、BFSPのボールミル混合による活性化が低下してしまっている可能性が考えられた。そこで、縮減させた場合の強度にどのような変化が確認できるのかを探索した。

ここまでの実験にて添加していた量は、BFSPの外割置換率(10%)に呼応した量を水(225ml)と置換し、添加していた。これが22.5mlであり、添加量を1/2, 1/3へ縮減さ

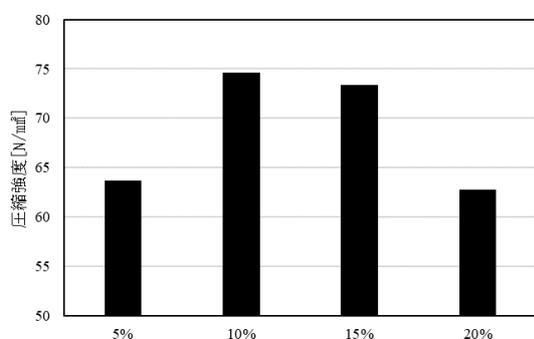


Fig.2 BFS含有モルタルの圧縮強度

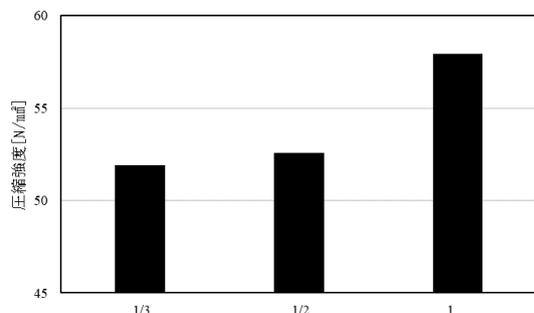


Fig.3 飽和水酸化カルシウム水溶液添加量の変化に対する圧縮強度

せた供試体を作成し、圧縮強度試験を行った。この結果を、Fig.3に示す。添加量を1/2, 1/3へ縮減させた圧縮強度は徐々に低くなることが確認できた。縮減させると、BFSPの潜在水硬性の活性を促すための飽和水酸化カルシウム溶液が少なくなってしまう、期待されている活性を確認することができなかった。

今後は、これより添加量を増やした際に見られる変化、飽和水酸化カルシウム溶液ではなくスラッジ水を添加した際の変化を検討する計画である。

#### 4. 結言

- 1) ボールミル混合による高活性化はBFSPでも有効である。
- 2) BFSのボールミル混合において、最適ボール配合はZrO<sub>2</sub>ボール15mm20個の配合である。
- 3) ボールミル混合時に添加し、潜在水硬性の活性を促す飽和水酸化カルシウム溶液の量は環境負荷、コスト面、圧縮強度を考慮し、セメント重量比10%外割置換に呼応した10%を供試体作製のJIS規格の練り混ぜ水量に対して置換したものである22.5とした。

#### 参考文献

- 1) 福永晃久, 鶴澤正美, 青木康平, 畑実, 高活性化下水汚泥焼却灰を用いたモルタルの圧縮強度発現に及ぼす諸条件の影響, *J. Soc. Inorg. Mater., Japan*, 29, 210-216, 2022
- 2) 青木康平, 鶴澤正美, 高活性化フライアッシュを用いたモルタルの圧縮強度発現に及ぼす諸条件の影響, *J. Soc. Inorg. Mater., Japan*, 28, 259-264, 2021