

セメントをフライアッシュで置換したモルタルの 低温オートクレーブ養生による圧縮強度の研究

日大生産工（院） ○井上俊 日大生産工 鵜澤正美

1 目的

フライアッシュは石炭火力発電所で排出される石炭灰である¹⁾。東日本大震災の影響で原子力発電所の稼働率が大幅に低下したため、火力発電所の稼働が増加し、排出されるフライアッシュが急増している。そのため、フライアッシュの有効利用の研究は急務である。フライアッシュに含まれる特にガラス質の二酸化ケイ素(SiO_2)はセメントと水の水和反応によって生じた水酸化ナトリウム($\text{Ca}(\text{OH})_2$)とポゾラン反応を引き起こす。

ポゾラン反応はこれまでの研究²⁾でオートクレーブ(以下 AC)養生下(180°C - 1MPa)において、セメントにフライアッシュを置換することでも強度増進が生じることを見出している。これはフライアッシュのポゾラン反応が AC 養生により活性化することによるものである。そこで、本研究ではフライアッシュを用いた AC 養生の低温化による挙動の違いを明らかにすることを目的として、 180°C - 1MPa 下のオートクレーブ養生で作製した供試体の強度と低温化(150°C - 0.5MPa , 130°C - 0.3MPa)を行い、オートクレーブ養生による供試体の圧縮強度上昇の比較をした。

2 試験方法

(1) 各実験時のモルタルの配合

本研究では W/C40%に限定し、セメントをフライアッシュ置換したものと同等の設定で配合を行った。以上の設定から、セメント置換率 0, 5, 10, 15 の 4 水準と同じ設定を用いて配合設計を行い実験した。

上記設定のモルタルの配合を表-1 に示す。

表-1 フライアッシュ添加
(セメント置換)の配合表

(%)		(g)					
W/C	Fly ash content	Water	Cement	Quartz powder	Silica sand	Fly ash	Water Reducing agent
40	0	257	650	193	1170	0	3
	5	234	600	249		30	6
	10	204	550	310		55	17
	15	175	500	377		75	25

(2) 供試体作製

練り混ぜはモルタルミキサーを使用した。事前に配合表の通りセメント、フライアッシュ、ケイ石、ケイ砂を混ぜて 3 分空練りを行う。その後水、減水剤を加えて、低速 3 分、高速で 3 分練り混ぜを行った。練り混ぜ終了後、 $\phi 50 \times 100\text{mm}$ のスチール製円柱型枠に流し込み、バイブレータを用い中の空気を抜き、表面にラップを二重に被せた後、水を少量入れたタッパー内に入れた。前置き養生として 72 時間の湿空養生後、蒸気を放出するためにあらかじめ水を少量入れたタッパーで密閉状態にすることで内部に蒸気を発生させ、蒸気環境を作り出し 65°C で常圧蒸気養生を 4 時間行った。その後供試体を 150°C - 0.5MPa 及び 130°C - 0.3MPa の状況下で AC 養生を 3 時間行った。

圧縮強度試験は JIS 規格に基づき、AC 養生後の供試体で測定した。荷重速度は 0.4N/sec で試験を行った。なお事前に型枠からはみ出した部分の供試体を研磨機で削り取り、供試体の 4 箇所を測定し誤差を 0.2mm 以内にした後圧縮強度試験を行った。

Compressive Strength Property of Mortar mixed Fly ash by Low temperature Autoclave Curing

Shun.INOUE and Masami UZAWA

3 結果

(1) AC 養生温度別の圧縮強度比較

図-1 に表-1 配合表に対応するフライアッシュ置換率ごとに 180℃AC 養生, 150℃-0.5MPa, 130℃-0.3MPa 下で作製した供試体を用いて圧縮強度試験を行った結果で比較した図を示す。

図-1 より, 圧縮強度は FA 添加率が高まるにつれどの養生温度の供試体も圧縮強度が高まる事が分かった。特に 150℃-0.5MPa 下で作成した供試体は通常温度 180℃AC 養生で作製した供試体と同等の強度を有する事が分かった。

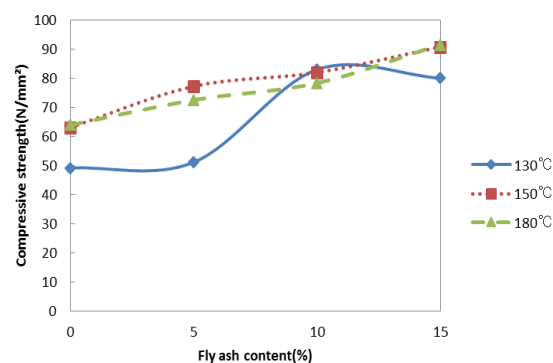


図-1 圧縮強度の AC 養生温度別比較

(2) AC 養生温度別の圧縮強度増進率の比較

図-2 に図-1 で示した圧縮強度の内, フライアッシュ置換率が 0%の供試体の強度からどれだけ変化したかの増進率を示した。

図-2 より, フライアッシュの強度増進効果は低温化させると共に上昇している事が分かる。130℃の供試体は 10%で大きく強度が増進している事から 130℃で AC 養生を行った場合は強度増進を引き起こすためにはセメントに対して 10%程度のフライアッシュが必要であると考えられる。

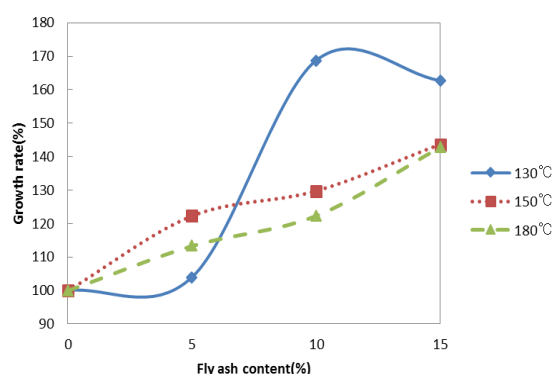


図-2 セメント置換時の FA 添加による圧縮強度変化の AC 養生温度別比較

(3) AC 養生温度別の空隙比較

図-3 にポロシメーターを用いて各供試体の空隙量を求めた結果を示す。

図-3 より, 150℃のゲル空隙が最も多いことが示されており, フライアッシュの強度増進が空隙の分布に大きな効果を与えたと考えられる。130℃の供試体は他の養生温度と比べ全空隙量が最も多く, 養生温度を過度に低温下させると空隙が肥大化, それにより圧縮強度が低下すると考えられる。

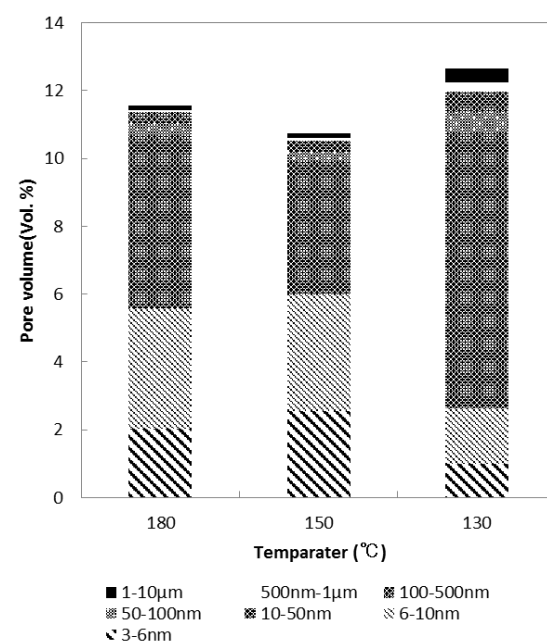


図-3 セメント置換率 10%時の FA 添加による微細空隙の AC 養生温度比較

「参考文献」

- (1) 日本フライアッシュ協会パンフレット
- (2) 山口晋ら, セメントの一部をフライアッシュで置換したオートクレーブ養生モルタルの圧縮強度と微細構造, Journal of the Society of Inorganic Materials, Japan, Vol.23, (2016)