

都市ごみ溶融スラグのセメント代替材としての有効利用に関する基礎的研究

茨城大学 学生会員 ○田中康友 正会員 福沢公夫 郭度連

1. はじめに

都市ごみ焼却灰を高温で溶融することによって生成される溶融スラグは、急冷されることで、非晶質の物質となり結晶化エネルギーを内在し、「潜在水硬性」を持つ。この「潜在水硬性」を利用し、微粉碎した都市ごみ溶融スラグ微粉末にアルカリ刺激材を加えることにより、セメント代替材としての十分な強度が得られることが知られている¹⁾。本研究は、その基礎研究として都市ごみ溶融スラグ微粉末の配合条件、蒸気養生条件の変化が圧縮強度に及ぼす影響を明らかにしたものである。

2. 実験概要

2.1 使用材料

本研究で使用した材料を表-1に示す。都市ごみ溶融スラグは、プレーン比表面積4000および8000cm²/gになるように微粉碎したものを使用し、アルカリ刺激材には、無水メタ珪酸ナトリウムを用いた。

2.2 養生方法

φ50×100mmの円柱供試体を用い、気中および水中養生は、打設後24時間で脱型し、20±1の恒温室内で所定の材齢まで行った。蒸気養生は、湿度85%RH、前置き30・2h、昇温15/h、最高温度65・5h、養生終了後は自然放冷とした。

2.3 圧縮強度

所定材齢まで養生した後、供試体研磨機を使用して供試体の端面を研磨した。その後、ノギスで供試体の直径、高さを測定し、500kN万能試験機により、供試体の圧縮強度を測定した。その際、載荷速度を0.3Mpa/secとし、供試体3本の平均値を圧縮強度とした。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度に及ぼすアルカリ刺激材量の影響

表-2に示すように、アルカリ刺激材以外の水、スラグ、細骨材の量を固定し、アルカリ刺激材量のみを変化させ、アルカリ刺激材量が圧縮強度に及ぼす影響を調べた。練混ぜの際、アルカリ刺激材の粉末を前もって水に溶かしたものと、粉末の状態で使用するものと2種類について行った。図-1にAL/SL比による蒸気養生

表-1 使用材料

材料	種類	品質
都市ごみ溶融スラグ微粉末	8000 4000	密度2.84 比表面積8820cm ² /g 比表面積3790cm ² /g
アルカリ刺激材	メタ珪酸ナトリウム	密度2.61
細骨材	岩瀬産砕砂	密度2.58 F.M.2.78

表-2 モルタルの配合(AL/SL シリーズ)

AL/SL(%)	W	SL*	AL*	S
10	243	579	58	1313
15	243	579	89	1313
20	243	579	116	1313
25	243	579	145	1313
30	243	579	174	1313
35	243	579	203	1313

*SL:都市ごみ溶融スラグ微粉末

*AL:アルカリ刺激材

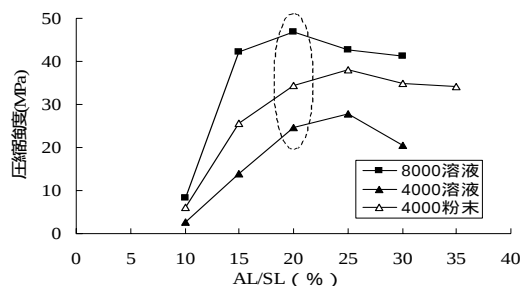


図-1 AL/SLと圧縮強度の関係

表-3 モルタルの配合(W/B比シリーズ)

W/B(%)	AL/SL=20%			
	W	SL	AL	S
25	243	810	162	1313
30	243	675	135	1313
32.5	243	623	124	1313
35	243	579	116	1313
37.5	243	540	108	1313
40	243	506	101	1313
45	243	450	90	1313
50	243	405	81	1313

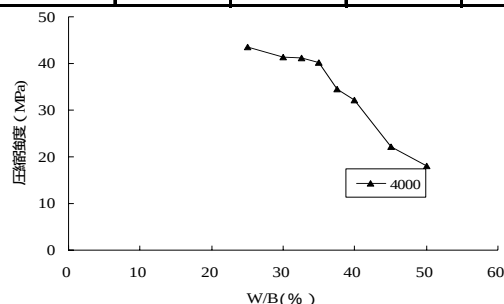


図-2 W/Bと圧縮強度の関係

表-4 基準配合

AL/SL(%)	W/B=35%			
	W	SL	AL	S
20	243	579	116	1313

キーワード:都市ごみ溶融スラグ, 潜在水硬性, アルカリ刺激材, メタ珪酸ナトリウム, 圧縮強度

連絡先 住所:茨城県日立市中成沢町 4-12-1 TEL:0294-38-5274 FAX:0294-38-5268

生 1 日の圧縮強度結果を示す。

粉末度が高いほど、圧縮強度は高くなることがわかる。8000 は、アルカリ刺激材を粉末の状態で使用した場合、急激な発熱に伴う急結、こわばりが生じ、流動性の消失が著しくなる。一方、アルカリ刺激材を前もって水に溶かし、その際生じる反応熱を逃がしてから練混ぜることでこわばりはある程度改善される。4000 は、溶液、粉末ともに急結は生じない。このことから、こわばりの発生は粉末度と反応熱に大きく影響されると考えられる。一方、アルカリ刺激材量が増加するほど、圧縮強度は増加するが、限界があり、ある限界を超えると圧縮強度は減少している。すなわち、圧縮強度に対する最適 AL/SL が存在し、20% 前後であるといえる。

3.2 圧縮強度に及ぼす水結合材比の影響

AL/SL を 20% で固定し水結合材比 $W/B(B=SL+AL)$ を変化させ圧縮強度試験を行った。表-3 に配合を、図-2 に蒸気養生 1 日の圧縮強度結果を示す。

圧縮強度は普通ポルトランドセメントと同様に水結合材比に支配され、水結合材比が大きいほど、圧縮強度は小さくなる。以上のことから、圧縮強度が確保される安定的な配合を表-4 に示し、以下の実験ではこの配合が使用されている。

3.3 圧縮強度に及ぼす養生条件の影響

養生条件の変化に伴う材齢 7 日の圧縮強度結果を図-3 示す。蒸気養生以外の気中、水中養生では圧縮強度が発現されていないことがわかる。アルカリ刺激材を使用しており、水和の初期段階の反応を活性化させることが重要であると考えられる。

蒸気養生条件による圧縮強度の変化を図-4 に示す。セメントとは異なり前置き時間の違いによる圧縮強度の変化はあまり見られないが、最高温度が高いほど、最高温度を保持する時間が長いほど圧縮強度は増加することが認められる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- (1) 都市ごみ溶融スラグの圧縮強度はアルカリ刺激材量および W/B 比に大きく支配され、圧縮強度が確保される安定的な配合は、AL/SL 比 20%、 W/B 比 35% である。
- (2) 急結によるこわばりは、スラグの粉末度とアル

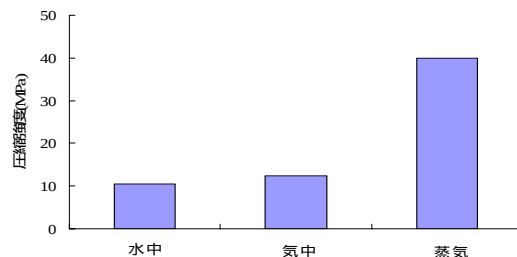
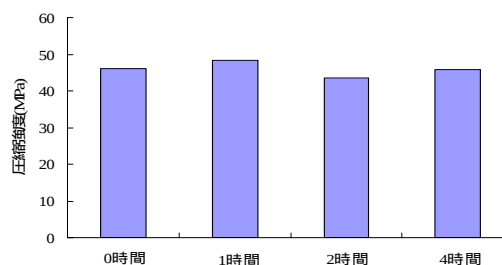
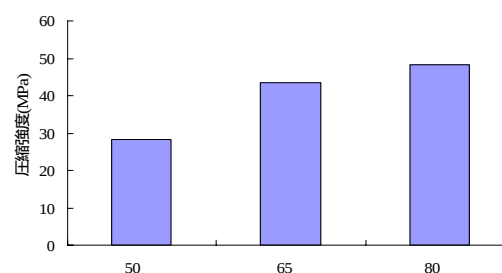


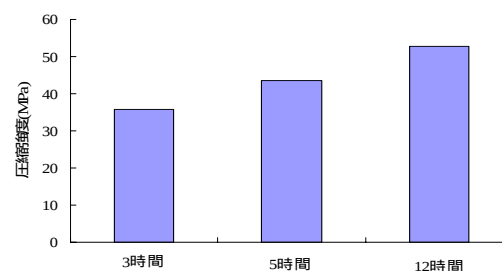
図-3 養生条件による圧縮強度への影響



(a) 前置き時間と圧縮強度の関係



(b) 最高温度と圧縮強度の関係



(c) 最高温度保持時間と圧縮強度の関係

図-4 蒸気養生条件と圧縮強度の関係

カリ刺激材の反応熱による影響が大きく、スラグの粉末度 4000 ではこわばりは発生しない。

(3) 水中・気中養生に比べ蒸気養生を行った場合、圧縮強度が大幅に増加する。また、蒸気養生において、前置き時間の違いによる圧縮強度の変化は見られないが、最高温度が高いほど、最高温度を保持する時間が長いほど圧縮強度は増加する。

参考文献

- (1) 三井雅一，福沢公夫，宮坂洋介，小島均：都市ごみ溶融スラグ微粉末を用いた硬化体に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.25, No.1, pp.1451-1456, 2003