

中庸熱セメントと高炉スラグ微粉末を使用したモルタルの基本物性に関する検討（その 2）

清水建設(株) 正会員 ○矢ノ倉ひろみ 杉橋直行 依田侑也 高橋圭一
日本原燃(株) 正会員 工藤淳

1. はじめに

低レベル放射性廃棄物処分施設に用いるセメント系充てん材（以下、充てんモルタル）には、間隙通過性とセルフレベリング性を長時間確保するため、5 時間後のスランプフローを 65cm 以上確保し、かつ次工程への影響がないよう、凝結の終結時間は 48 時間以内を目標とした配合が設定されている（表-1 の No.①）。本配合は、中庸熱ポルトランドセメント（M）と高炉スラグ微粉末（S）を 1：9 の比率で用いているため、外気温や材料品質の変動を受けやすいことから、充てんモルタルの品質安定化を目的に混和剤の種類や S の置換率を変更した配合（表-1 の No.②）を指向し、既報^[1]で報告している。本研究では、配合 No.②から更なる凝結の終結時間の改善のため新に選定した配合 No.③の基本物性について、既往の配合との比較を含めて報告する。

表-1 モルタルの配合

配合 No.	M : S	W/B (%)	単位量(kg/m³)								
			水 (W)	結合材(B)		細骨材		水中不 分離性 混和剤	混和剤		
				中庸熱 セメント (M)	高炉 スラグ 微粉末 (S)	膨張材 (EX)	砕砂			陸砂	
①	1:9	67.1	283	42	380	0	575	850	1.5	AE 減水剤 (リク [®] ニンスルホン酸化合物と ポリオールの複合体) 0.84 (B×0.2%)	高性能減水剤 (メタニンスルホン酸系化合物) 6.33 (B×1.5%)
② ^[1]	3:7			127	295		873	582		超遅延性減水剤 (変性リク [®] ニンスルホン酸化合物と オキシカルボン酸化合物の複合体) 1.055 (B×0.25%)	高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物) 5.28 (B×1.25%)
③			55.0	252	131	307	20	872	582	1.1	高性能 AE 減水剤 (ポリカルボン酸エーテル系化合物) 4.58 (B×1.0%)

2. 試験方法

練混ぜは 55ℓ 練りパン型ミキサを使用し、1 バッチ 35ℓ、細骨材 1/2→結合材→細骨材 1/2→120 秒空練り→水+混和剤の水溶液 1/2→60 秒練混ぜ→残りの水+混和剤の水溶液 1/2→120 秒練混ぜ→ミキサ内部の掻き落とし→30 秒練混ぜ→排出する手順で行った。排出から 5 分静置した後にフレッシュ性状試験を行った。スランプフロー試験は JIS A1150 に準じて、スランプコーンを引き上げてから 3 分後（流動先端が停止した状態になる）にスランプフローを測定し、以後、1 時間おきに 5 時間まで測定した。スランプフローは練混ぜ直後に 75±5cm、5 時間後に 65cm 以上になるように混和剤種類と添加量を調整した。凝結試験は JIS A1147、圧縮強度試験は JIS A1108 に準拠した。試験は 20±3℃の室内で実施し、凝結試験は配合 No.②、③は 5±1℃においても実施した。

3. 試験結果

3.1 凝結

凝結試験結果を図-1 に示す。凝結の始発は既報^[1]と同様にスランプフロー保持のため添加する混和剤の作用に支配される結果となった。凝結の終結は、配合 No.③が No.②より時間短縮が可能となり、20℃環境下で 11 時間程度、5℃環境下で 15 時間程度早くなった。M:S は同じ 3:7 であるが、配合 No.③では単位水量を 31kg/m³ 小さくしたこと、混和剤の種類と量を変えたことによって、凝結の終結が早くなったと推察できる。凝結の終結時間は改善できたものの、目標とする 48 時間までは短縮できない結果となった。しかし、8 時間程度であれば次工程への影響は限定的であることから、低温期の施工にも適用できると考えている。

キーワード 高炉スラグ、大量使用、凝結、断熱温度、スラグ活性、膨張材

連絡先 〒104-8370 東京都中央区京橋 2 丁目 16-1 清水建設株式会社 TEL03-3561-3919

3.2 断熱温度上昇量

断熱温度上昇量 (Q) の試験結果を図-2 に示す。配合 No.①と No.②の単位結合材量は 422kg/m^3 と同一であるが、No.②の Q が 15°C 大きくなった。配合 No.① ($M=42\text{kg/m}^3$) の M だけの一般的な Q 算定式^[2]による Q は 14.2°C 、No.② ($M=127\text{kg/m}^3$) では 24.0°C と算定でき、その差は 10°C 程度となる。配合 No.①と No.②の Q の実測差 15°C は M の単位量差が主因と考える (M の単位量差による Q の差の割合が $10^\circ\text{C}/15^\circ\text{C}=0.68$ はあると推定できるため)。一方で、配合 No.③ ($M=131\text{kg/m}^3$) の M だけの Q の算定値は 24.5°C で、No.②との差は 0.5°C となるが、実測では 7.8°C も差がある。このことは、配合 No.③と No.②の Q の差は、M の単位量差を主因とするものではなく、膨張材とスラグの反応に起因しているものと考えられる。配合 No.③の M に膨張材を加えた単位量 151kg/m^3 を M として Q を算定しても 26.8°C で No.②との差は 2.8°C しかなく、その割合は $2.8^\circ\text{C}/7.8^\circ\text{C}=0.36$ であり、配合 No.③の方が No.②よりもスラグの反応活性があがったことが Q の差に影響していると考えられる。

3.3 圧縮強度

一軸圧縮強度試験結果を図-3 に示す。配合 No.③は No.①と No.②より W/B を 12% 小さくしたことで、圧縮強度が 1.5 倍程度大きくなった。

3.4 自己収縮

自己収縮試験結果を図-4 に示す。配合 No.②はエトリンガイトの生成がモルタルの強度発現のタイミングと適合したことで、膨張効果として現れたと推察する。配合 No.③は、膨張材の効果で 100μ 程度 (材齢 180 日) しか収縮していない。配合 No.①の収縮量 280μ 程度 (材齢 90 日) に対し、両配合とも大幅に収縮量を低減できている。

4. まとめ

充てんモルタルの品質安定化に向けた配合検討の結果、凝結時間の改善を図ることができたものの、断熱温度上昇量や自己収縮に関しては高炉スラグを多量に使用したことにより、これらスラグの反応活性にも留意してより品質の安定した配合の検討を引き続き進める。

参考文献

- [1] 青木慶彦ほか：中庸熱セメントと高炉スラグ微粉末を使用したモルタルの基本物性に関する検討，土木学会第 73 回年次学術講演会，SC7-040，pp.79-80，2018.8
[2] 土木学会編：2017 年制定コンクリート標準示方書【設計編】，pp.336，2018.3

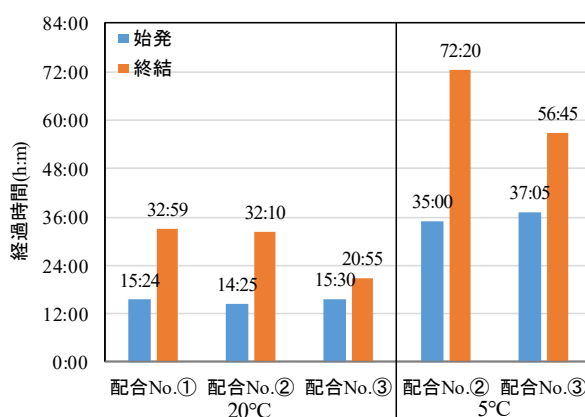


図-1 凝結

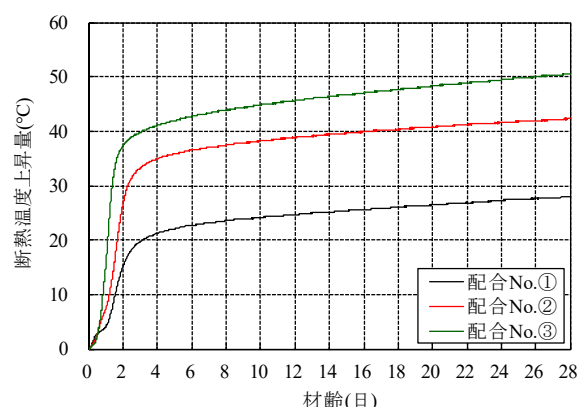


図-2 断熱温度上昇量

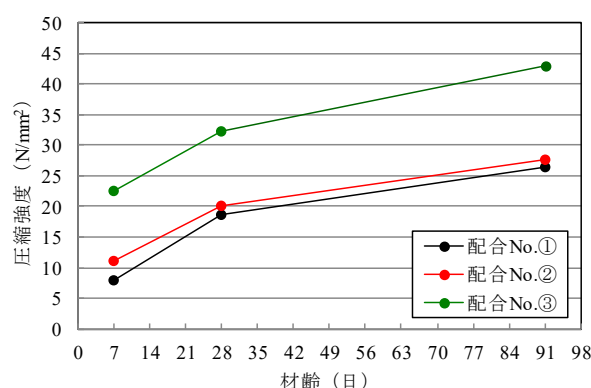


図-3 圧縮強度

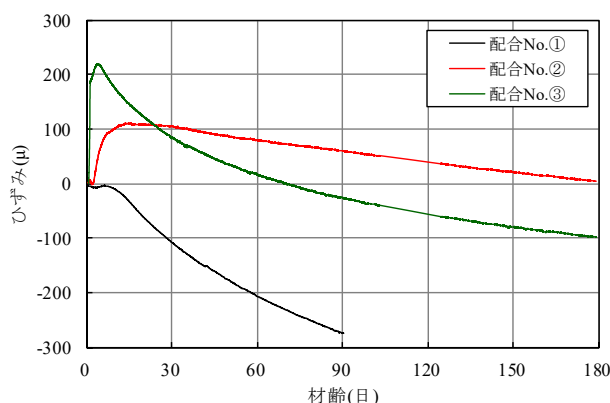


図-3 自己収縮試験結果