廃棄体の発熱が充てん材の諸性状に及ぼす影響－地下空洞型処分施設性能確証試験－

鹿島建設(株)　正会員　○佐々木敏幸　横関 康祐　武地 真一
大成建設(株)　正会員　木ノ村幸士　根木 政広(前：原環センター)　清水建設(株)　正会員　杉橋 直行
(公財) 原子力環境整備促進・資金管理センター　正会員　秋山 吉弘

1. はじめに

放射性廃棄物を対象とした地下空洞型処分施設の施工性評価や施工時の品質確認方法等の検討を行うために，実規模大の施工となる地下空洞型処分施設性能確証試験が実施されている[1)]．ここでは，廃棄体の発熱が廃棄体間の間隙を充てんする区画内一般部充てん材(高流動モルタル)及びその上部に打設される上部充てん材(高流動コンクリート)の諸性状に及ぼす影響について報告する．

2. 熱影響を考慮した配合選定試験

一般部充てん材は無人化施工による打設が想定されるため，高い流動性・セルフレベリング性が求められる．また，廃棄体の発熱が及ぼす影響を考慮する必要がある．そこで，区画内一般部充てん材の配合選定試験においては，低拡散材の配合[2)]を基本配合として，①目標スランプフローの設定と石灰石微粉末量の選定，②熱影響に対する影響度が小さい混和剤の選定を実施した．使用材料を**表-1**に示す．①では，材料分離しない範囲でスランプフローをできる限り大きくすることを念頭におき，**表-2**に示すように石灰石微粉末の単位量を選定し，目標スランプフローを設定した．②では，**表-1**に示す混和剤のうち SP2，SP3，SP4 を使用して，高温環境下におけるスランプフローの経時変化と流動性を比較した．ただし，SP3 と SP4 は減水剤遅延型(Ad)と併用した．また，上部充てん材は，コンクリートピットの配合[1)]を参考にして，石灰石微粉末量の選定と目標スランプフローの設定を行い，**表-2**に示す配合を選定した．

スランプフローの経時変化試験は，施工時の運搬時間を考慮して，モルタルの練上りから 60 分までは 20℃環境下で，その後 120 分までは，廃棄体の発熱環境を考慮して，温度 60℃，湿度 60%の恒温室内で実施した．経時変化を**図-1**に示す．60℃環境下で試験を行った 90 分以降では，スランプフローが低下する傾向が見られ，SP2 は 120 分後に，SP4 は 90 分後に規格値の下限を下回ったが，SP3 はスランプフローの低下が小さく，良好な経時変化を示した．

流動性の評価には，**図-2**に示す流動性確認試験装置を使用した．この試験装置は，廃棄体の隙間

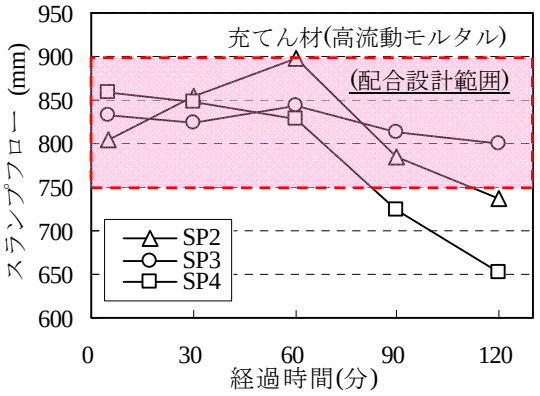

図-1　スランプフローの経時変化

表-1　使用材料

材料	記号	概　要
セメント	LPC	低熱ポルトランドセメント 密度=3.22 g/cm^3，比表面積=3,530 cm^2/g
細骨材	S	石灰砕砂：密度=2.66 g/cm^3，FM=2.79
粗骨材	G	石灰砕石：密度=2.69 g/cm^3，FM=6.63
石灰石微粉末	LS	石灰石微粉末 密度=2.70 g/cm^3，比表面積=5,050 cm^2/g
フライアッシュ	FA	JIS II 種 密度=2.18 g/cm^3，比表面積=3,790 cm^2/g
混和剤	SP2	高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸エーテル系化合物
	SP3	高性能 AE 減水剤：ポリカルボン酸エーテル系化合物と配合ポリマーの複合体
	SP4	高性能 AE 減水剤：カルボキシル基含有ポリエーテル系化合物
	Ad	減水剤 遅延型：変性リグ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
	As	空気量調整剤：ポリアルキレングリコール誘導体

表-2　選定した充てん材・上部充てん材の配合

W/B (%)	W/P (%)	ｽﾗﾝﾌﾟﾌﾛｰ(cm)	空気量 (%)	単位量 (kg/m^3)					
				W	LPC	FA	LS	S	G
45	28.1	82.5±7.5	2.5±1.5	230	358	153	307	1,198	－
45	28.0	70±5	2.5±1.5	160	249	107	215	849	780

キーワード　放射性廃棄物，地下空洞型処分，充てん材，上部充てん材
連絡先　〒182-0036　東京都調布市飛田給 2-19-1　TEL　042-489-7536

と流動距離を模擬した幅 15cm，延長 10m(2m×5)の経路にモルタルを流し込み，流動勾配を計測するものである．試験は 20℃および 60℃環境下で実施した．モルタルは図- 2に示すモルタル投入位置から 30L/分の速度で投入し，1 回の試験で 160L のモルタルを約 5 分で投入した(打設速度=1.8m^3/h)．モルタル投入完了後，流動が停止したことを確認し，流動距離と投入位置での充てん高さを測定して流動勾配を算出した．流動勾配の比較を図- 3に示す．20℃，60℃いずれの環境でも SP3 を使用した場合に流動勾配が最も小さくなった．また，いずれの混和剤を用いた場合も 20℃環境下に比べ 60℃環境下では流動勾配が大きくなったが，SP3 はその影響が最も小さかった．なお，流動性確認試験時のスランプフローは 80.5～85.0cm の範囲であった．以上の試験結果から，使用する混和剤は SP3 とした．

3. 廃棄体の発熱が硬化物性に及ぼす影響

一般部充てん材は，発熱した廃棄体間に打設されることから，通常の部材と比較して高温環境下で養生されることが想定される．そこで，2 で選定した配合を用いて，20℃，60℃環境下で圧縮強度試験と長さ変化試験を実施した．圧縮強度試験用の供試体は，60℃水中養生し，長さ変化試験は温度 60℃，湿度 60%の恒温室内で実施した．また，圧縮強度試験は材齢 7，28，91 日で，長さ変化試験は乾燥開始から 91 日まで実施した．

積算温度で整理した圧縮強度試験結果を図- 4に示す．なお，図- 4には，区画内一般部充てん材，上部充てん材の打設時品質管理試験結果も併せて示した．標準養生に比べ 60℃水中養生では初期強度が大きいものの，その後の強度増進は小さく，材齢 91 日では標準養生と 60℃水中養生の圧縮強度が同等となった．杉橋ら [3]は，本試験と同様の材料を用いたモルタル，コンクリートの圧縮強度と積算温度の関係について，養生温度が異なる場合でも圧縮強度が積算温度と高い相関があることを報告している．しかし，本試験では，図- 4に示すように，養生温度が大きく異なる場合，圧縮強度を積算温度の関数で一元的に表現できない結果となった．杉橋らの報告 [3]では，養生温度の違いが 10℃程度であるが，本試験のように養生温度が大きく異なる場合，水和に伴う物理的，化学的性質が異なることが原因であると推察される．

長さ変化試験の結果を図- 5に示す．60℃環境下では，20℃環境下に比べ収縮量が小さくなった．60℃環境下では，材齢初期の強度発現が大きいため，早期にマトリックスが緻密化したことが収縮量低下の原因であると考えられる．

以上より，充てん材が廃棄体の発熱により，高温環境下で養生された場合でも，硬化物性に悪影響を与えないことを確認した．

本報告は経済産業省からの委託による「管理型処分技術調査等委託費(地下空洞型処分施設性能確証試験)」の成果の一部である．

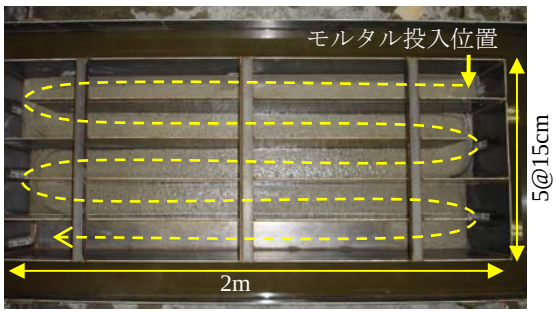

図- 2　流動性確認試験装置

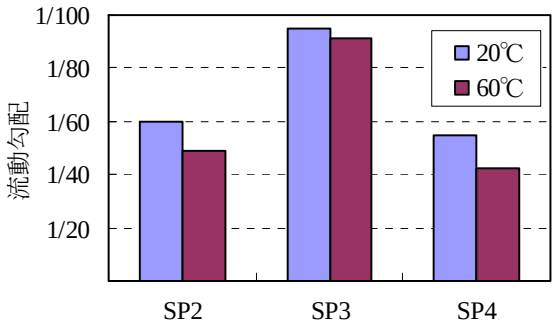

図- 3　流動勾配の比較

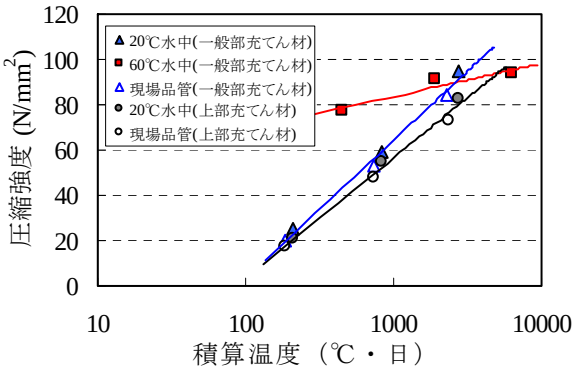

図- 4　積算温度と圧縮強度の関係

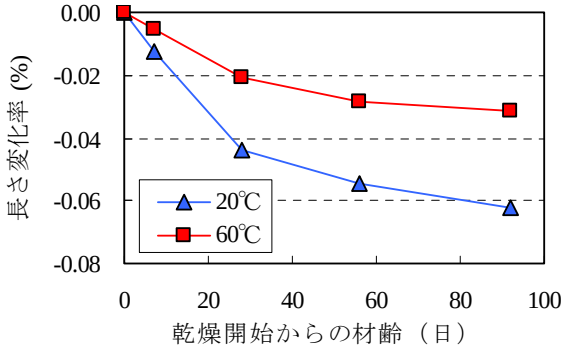

図- 5　長さ変化試験結果（充てん材）

参考文献

1) 秋山吉弘ほか：地下空洞型処分施設性能確証試験の進捗状況および成果概要について，土木学会第 65 回年次講演会，投稿中，2010
2) 武地真一ほか：地下空洞型処分施設性能確証試験におけるコンクリートピット等施工確認試験に関する検討―高流動コンクリートおよび高流動モルタルの施工性について―，土木学会第62回年次学術講演会，CS5-021，2009
3) 杉橋直行ほか：低熱ポルトランドセメントとフライアッシュ，膨張材を使用したコンクリートおよびモルタルの諸特性，土木学会第62回年次学術講演会，CS5-036，2007