

低発熱型セメントと膨張材を用いた高流動モルタルのひび割れについて —平成23年度地下空洞型処分施設性能確証試験による—

鹿島建設(株) 正会員 ○武地 真一 横関 康祐 福田 勝美 東電設計(株) 正会員 石橋 勝彦
大成建設(株) 正会員 木ノ村 幸士 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 正会員 矢田 勤

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の評価や施工時の品質確認方法等の検討を行うために、実大規模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、地下空洞型処分施設のうち平成21年度に構築した側部低拡散層を対象として実施したひび割れ調査について報告する。低拡散層は放射性核種の拡散を抑制することを主な機能とする無筋のモルタルである。

2. 調査概要

調査対象である側部低拡散層(左側)の使用材料と配合を表-1、表-2に示す。本配合は低熱ポルトランドセメント及びフライアッシュを用いることで温度ひび割れの可能性を低減し、膨張材によるひび割れ制御を指向している。ひび割れ調査はこれまで定期的に行っており、本調査は材齢812日の結果である。ひび割れ調査対象はひび割れ幅0.05mm以上とし、幅はクラックスケール、長さはスケールにて計測した。

3. 調査結果

図-2にひび割れ調査結果を示す。ひび割れ幅は最大で0.40mmであった。ひび割れ発生の要因には、セメントの水和による温度応力、乾燥収縮、充てん材の打込み等の隣接部材の施工の影響等が考えられる。それらについて以下に記す。

図-2にひび割れ調査結果を示す。ひび割れ幅は最大で0.40mmであった。ひび割れ発生の要因には、セメントの水和による温度応力、乾燥収縮、充てん材の打込み等の隣接部材の施工の影響等が考えられる。それらについて以下に記す。

部材中に埋め込んだ温度計(東横エルメス社製 RT-100)による温度を図-3に、有効応力計(同社製 GK-10N-505)による計測結果を、別途供試体により試験した、材齢91日までの引張強度により推定した近似式とともに図-4に示す¹⁾。ひび割れは部材温度が環境温度に落ち着いた材齢約1カ月で発生しており、ひび割れの発生により応力の解放が認められる。また、材齢10日程度の初期の温度ひび割れは、膨張材等により十分制御されたと考える。材齢125日でのコア(位置は図-2)による調査では、表面のひび割れ幅は0.15mmであったが、30cmより内部では開口が無かった。ひび割れ発生が部材表面を起点としている可能性が大きいと考える。ひび割れは有効応力計の値が引張強度以下で発生している。これは、ひび割れが計器位置の部材中央では

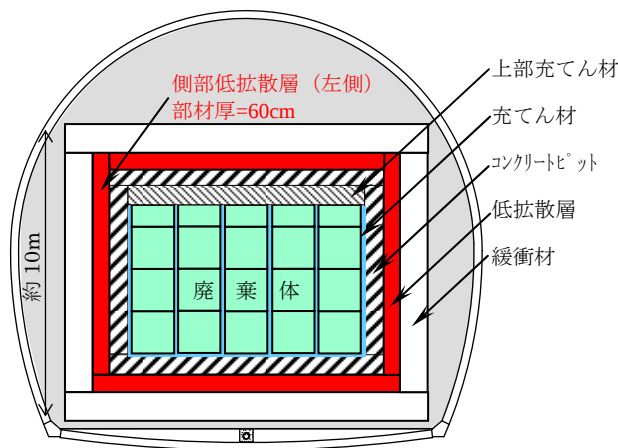


図-1 地下空洞型処分施設の断面模式図

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=3,640cm ² /g
細骨材	S	石灰石砕砂(八戸松館産) 密度=2.66g/cm ³ 、FM=2.75
石灰石微粉末	LP	宮城産、密度=2.71g/cm ³ 、 比表面積=5,510cm ² /g
膨張材	LEX	改良型石灰系膨張材、密度=3.05g/cm ³
フライアッシュ	FA	フライアッシュⅡ種、密度=2.18g/cm ³ 比表面積=3,820cm ² /g
混和剤	SP	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
	AS	空気量調整剤： ポリアルキレングリコール誘導体

表-2 低拡散層の配合

LP/B (%)	W/P (%)	単位量(kg/m ³)							SP添加率P×%
		W	LPC	FA	LEX	LP	S	SP	
60	28.1	230	338	153	20	307	1197	5.56	0.68

※B=LPC+FA+LEX, P=B+LP

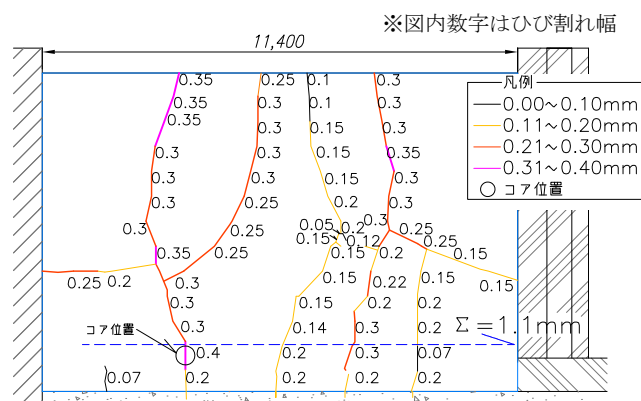


図-2 左側側部低拡散層ひび割れ図(材齢812日)

キーワード 放射性廃棄物、余裕深度処分、低拡散層、高流動モルタル、ひび割れ

連絡先 〒039-3212 青森県上北郡六ヶ所村大字尾駸字野附 504-8 鹿島建設調査坑維持管理工事(事) TEL 0175-71-0724

無く、表面を起点としていることに関係があると考えられる。

図-5 に部材下方部を測線（図-2 中の点線部）としたひび割れ幅の合計を、室内で実施した長さ変化率試験の結果と併せて示す。ひび割れは材齢約 1 カ月で発生し、ひび割れ幅の合計は材齢 400 日前後まで大きくなりその後収束する。室内試験による長さ変化率は材齢 1 カ月までの伸びが大きく、材齢 180 日では落ち着く傾向にある。これらのことから、ひび割れ発生要因は部材表面の乾燥収縮の可能性が大きい、材齢 180 日以降ではそれ以外の因子も影響していると考えられる。

隣接部材の施工の影響として、充てん材の打込み時の側圧が考えられる。充てん材は側部低拡散層の材齢 308 日に打ち込んでいるがその時期にはひび割れ発生が無く、打込み時の側圧が直接ひび割れに影響を与えたとは考えにくい。充てん材打込み後の温度分布を示した図-6 によれば、充てん材の打込みにより温度変化が 10℃程度生じている。この温度変化による内部拘束がその後のひび割れに影響を与えた可能性がある。

以上より、ひび割れ発生とその後の進展は乾燥収縮と温度影響を含めた隣接部材の施工の影響が組み合わさったものと考えられる。隣接部材の施工は充てん材の他に上部充てん材（廃棄体上部の平面状部材）があるが、本試験のひび割れは上部充てん材の施工を経た結果であり、他部材の施工がこれ以上影響を与えることはない。また、長さ変化率は材齢 180 日で収束の傾向にあり、今後乾燥収縮がひび割れを現状の何倍にも増大させる可能性は低い。

4. おわりに

ひび割れを評価する場合にひび割れ開口部の面積比率を指標とする手法があり、低拡散層は安全評価の観点から、参考値として 0.05% 以下が示されている²⁾。ひび割れ開口部の面積比率とは、ひび割れ幅と長さを乗じて合計したものを、部材全体の面積で除したものである。材齢 812 日で行った本調査での面積比率は 0.01% であり、参考値の 1/5 である。本調査の結果から、今後ひび割れが急激に増大していくことは考えにくく、ひび割れ開口部の面積比率は 0.05% に十分収まるものと推定される。ただし、ひび割れはバリア性能に直接関係する重要なファクターであり、ひび割れの挙動をできる限り長期にモニタリングしていく必要がある。なお、本報告は経済産業省からの委託による「管理型処分技術等事業（地下空洞型処分施設性能確認試験）」の成果の一部である。

センター：平成 21 年度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認試験報告書、2010 2) 庭瀬一仁ほか：低レベル放射性廃棄物施設の低拡散層に用いる高流動モルタルの室内配合選定，コンクリート工学論文集，第 21 巻第 3 号，2010

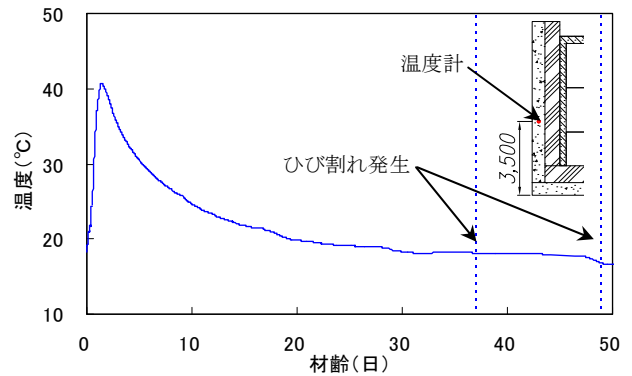


図-3 側部低拡散層打込み後の温度分布

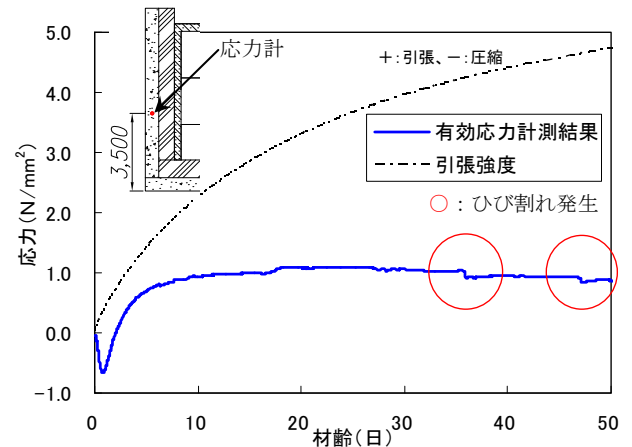


図-4 有効応力計計測結果と引張強度

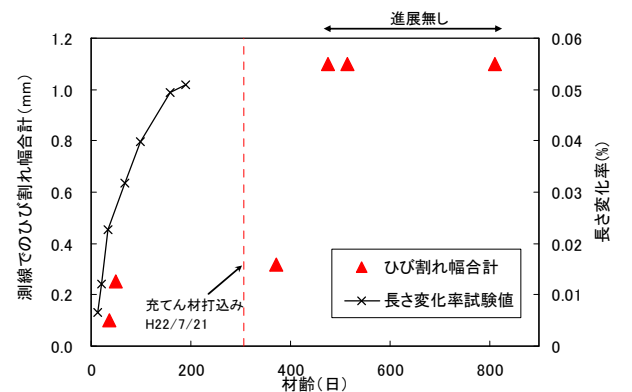


図-5 ひび割れ幅合計の推移と長さ変化率

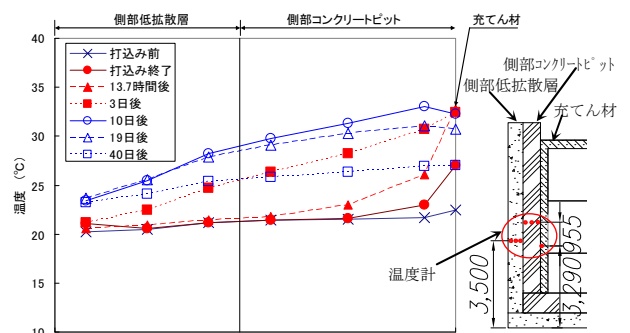


図-6 温度計の位置と充てん材打込み後の温度

参考文献 1)(公財)原子力環境整備促進・資金管理セ