

長時間流動性を保持する水中不分離性コンクリートの施工試験

東京電力ホールディングス(株) 正会員 ○高橋美昭 フェロー 堤 知明
(株) 安藤・間 正会員 村上祐治 正会員 澤田純之

1. はじめに

福島第一原子力発電所の中長期的な廃止措置にむけて様々な技術開発が国や関係機関で取り組まれているが、廃炉作業は未知の領域であり予期せぬ困難に直面することも想定されることから、できるだけ多くの代替案を準備しておくことが肝要である。本研究は、国のプロジェクトで検討中の止水・充填材料の代替案として独自に開発を進めたものであり、本稿では、長距離流動性を確保するために球状の電気炉酸化スラグ(写真1)を混入した水中不分離性コンクリート¹⁾(以下、水中コン)による充填性確認試験の概要を報告する。

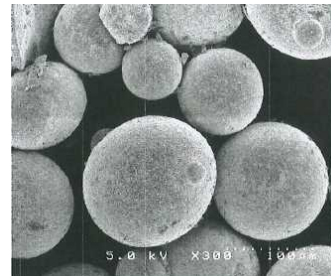


写真1 電気炉酸化スラグ

2. 試験概要

充填対象箇所は、高濃度の放射性物質を含む汚染水が滞留し、配管・ケーブル等の支障物が存在するうえに、高放射線環境下で充填孔数も限られる施工環境となる。このため、充填材の品質としては、水中不分離性や狹隘部での自己充填性の他、10m程度の流動性と数mの立ち上がり、長時間の流動性保持などが期待される。さらに、止水性やひび割れ抵抗性(低発熱性)も付加し、表1に示す配合とした。

表1 試験に供した水中不分離性コンクリートの配合

粗骨材 の最大 寸法 Gmax	スラン プ フロー (mm)	空気量 (%)	水セメ ント比 W/C (%)	フライア ッシュ置 換率 F/C+F (%)	細骨材 率 s/a (%)	単位量 (kg/m³)							増粘 剤 AWA	高性 能減 水材 SP	AE 減水 材(No.70 あるいは No.8)	遅延 剤 N89
						水 W	結合材 B		細骨材 S		粗骨材 G					
							セメ ント C	フライ アッシ ュ F	砕砂 s2	酸化 スラグ s1g	40- 20 G1	20-5 G2				
20	550±50	3.0	65.0	30	45.0	210	226	97	526	305	0	950	2.3 kg/m³	2.20%	0.25%	0.50%

C:中庸熱ポルトランドセメント(密度 3.16g/cm³)、F:フライアッシュⅡ種(碧南火力製、密度 2.26g/cm³)、slg:電気炉酸化スラグ(密度 3.50g/cm³)、G2:硬質砂岩砕石 2005(表乾密度 2.69g/cm³)、AWA(増粘剤):セルロース系水中不分離性混和剤、SP:ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤、N89:超遅延性 AE 減水剤(遅延剤)

今回の試験は、代替案検討の一環で充填材料の回り込み・立ち上がり性能の確認を目的とし、実際の構造物を 1/4 に縮小・模擬した水槽で実施した(図1)。コンクリートの打込み時間と打込み高さは実施工に合わせるため、打込み速度を 5 分間当たり 4.26 リットル(9.93kg)、打込み高さ速度を 185.1mm/時間とした。

3. 試験結果及び考察

打込み時のスランプフローは昨年度¹⁾と同等で、コンクリート打込み終了時点まで目標範囲内(500~600mm)に収められ、充填後には隙間なく充填されたことを確認した(写真2)。

また、コンクリート打込み時の打込み高さの履歴(図2)が示すように、計画打込み高さとはほぼ同様な打込み速度となった。なお、図2において打込み側と流動側の打込み高さの差が 430mm となったが、主な原因は、今回のモデルの最小幅が 110mm 程度と薄かったことが考えられる。粗骨材最大寸法が 20mm であるうえ、最小断面通過時に水槽の鉄板とコンクリートとの摩擦・粘性抵抗が大きくなったことが原因のひとつと推定される。

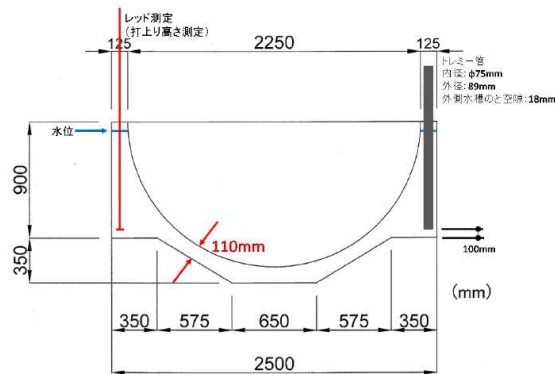


図1 施工試験の概要図(断面)

キーワード: 水中不分離性コンクリート, 電気炉酸化スラグ, 自己充填性, 流動性

連絡先: 〒100-8560 東京都千代田区幸町1丁目1番3号 東京電力ホールディングス(株) TEL 03-6373-1111

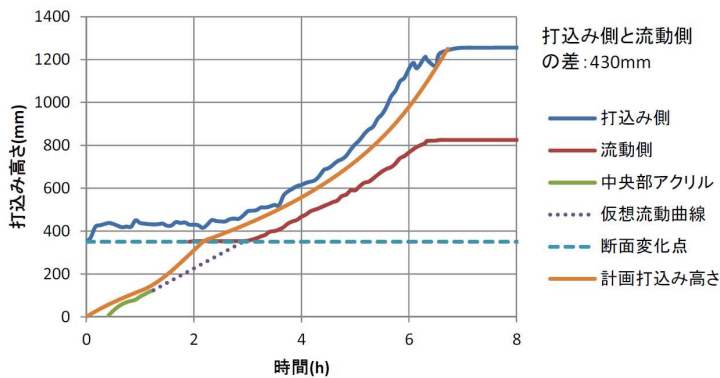


図2 打込み高さの経時変化

ただし、昨年度の試験でもフレッシュコンクリートの所要のスランプフローを最大27時間保持¹⁾していたこと、並びに実施工で時間当たり約30m³のフレッシュなコンクリートが常に供給されることを考慮すれば、実施工では上記の差は縮まる可能性が高い。

材齢7日および15日における水中圧縮強度は6.5N/mm²および9.4N/mm²であり、水中気中強度比は0.82および0.78となった。

コンクリートコア(材齢10日)の超音波速度を図3に示す。打込み側の超音波速度は、打込み高さが增大するにつれて低下傾向を示した。一方、流動側の超音波速度は、表面部近傍(100mm程度)の速度低下が見られた。

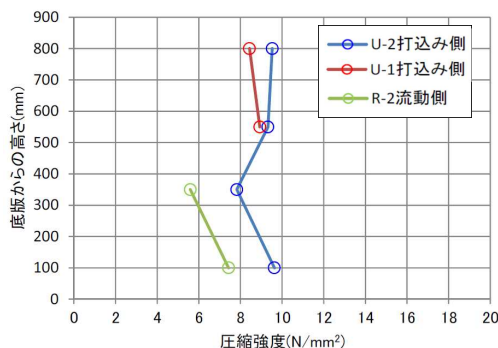


図4 コンクリートコアの圧縮強度の分布

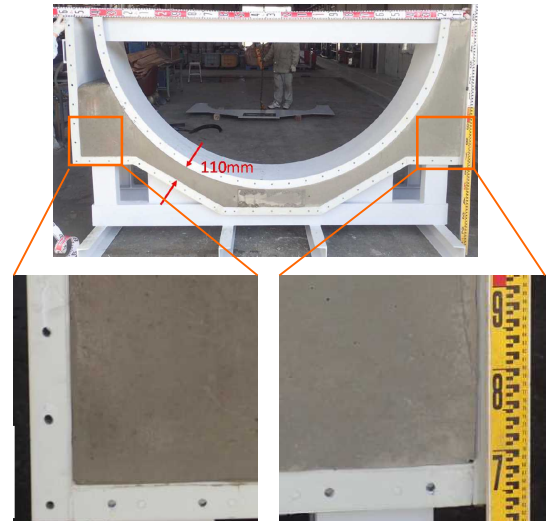


写真2 充填状況

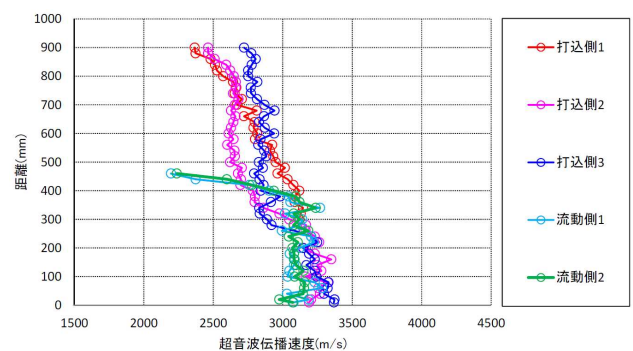


図3 超音波速度の分布

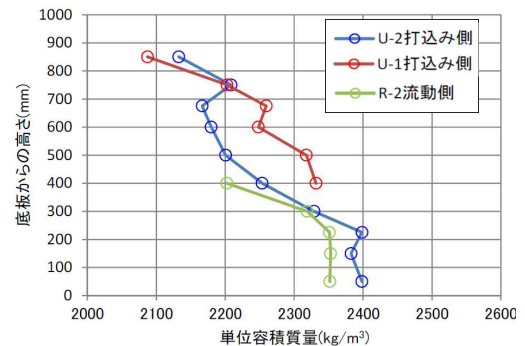


図5 コンクリートコアの単位容積質量の分布

図4および図5にコンクリートコア(材齢15日)の圧縮強度と単位容積質量の分布を示す。圧縮強度は打込み側では8~10N/mm²と変化が小さく、流動側では上層側が約2N/mm²の低下が見られた。また、流動側は打込み側の約65~85%の強度となった。一方、単位容積質量は打込み側と流動側のいずれも上層ほど低下傾向を示した。これは、上層に空隙やモルタル分が多く、水セメント比も高くなっている可能性が考えられた。

4. まとめ

電気炉酸化スラグを置換した水中コンの施工試験により、模型水槽での高い流動性と長時間の流動性保持、並びに自己充填性が確認できた。本コンクリートは中庸熱ポルトランドセメントおよびフライアッシュの使用などにより温度上昇量も低く、自己収縮も少ないことから体積変化のひび割れ抑制が期待出来る。

参考文献

- 1) 澤田・堤ほか：長時間流動性を保持する水中不分離性コンクリートの開発，土木学会第70回年次学術講演会V-247，PP493-494，2015年