

海洋構造物への適用を見据えたフライアッシュを使用した膨張コンクリートに関する検討

五洋建設(株) 正会員 ○水野 剣一 谷口 修 坂井 勝洋
(株)JERA 加藤 弘之 菊地 宏

1. はじめに

海洋構造物においては高炉セメントを用いたコンクリートが広く用いられている。一方で、フライアッシュ（以下、FA と略す）を使用したコンクリートも、塩分浸透抵抗性や単位水量減少による乾燥収縮の低減効果が期待できる¹⁾ため、海洋構造物への利用に適していると考えられるが、ケーソンなどにおいて膨張材を使用する際の、FA と膨張材の混合がフレッシュ性状、膨張収縮過程、強度などに与える影響についての知見は少ない。本報では、膨張材を添加した FA コンクリートの海洋構造物への適用に向けて、フレッシュ性状の確認、膨張率、収縮率、圧縮強度を測定した結果を報告する。

2. 使用材料および配合

使用した FA は JIS II 種であり、その主な物性値を各セメント、膨張材と合わせて表-1 に示す。膨張材は石灰系の低添加型膨張材（標準添加量 20kg/m³）を使用した。また、使用骨材を表-2 に示す。検討した配合は、当該地区の普通 30 8 20 をもとに単位水量を一定とし、セメントの 18% を FA で内割置換とした。各配合とフレッシュ性状の結果を表-3 に示す。普通ポルトランドセメントの配合では、膨張材の添加量の違いについても検討した。各試験方法は、JIS A 6202「コンクリート用膨張材」附属書 B(参考)膨張コンクリートの拘束膨張及び収縮試験方法の A 法と B 法、フレッシュ性状（スランプ、空気量）、JIS A 1108 圧縮強度試験（材齢 7 日、28 日、56 日、91 日）とした。各配合の試験項目を表-4 に示す。

表-2 使用骨材

項 目	細骨材		粗骨材
	高炉スラグ	砕砂	砕石2005
産 地	東海市	菅島産	菅島産
表乾密度 (cm ² /g)	2.72	2.91	2.97
粗粒率 または実積率	2.25	2.97	59.0

表-4 各配合の試験項目

配合 No.	膨張コンクリートの拘束膨張 及び収縮試験		圧縮強度
	A法 (膨張率)	B法 (膨張・収縮率)	
BB	-	○	○
BB20	○	○	○
BB20S	○	-	-
N	-	○	○
N10	-	○	○
N15	-	○	○
N20	○	○	○
N25	-	○	○

表-1 結合材の物性値

項 目	FA (JIS II種)	高炉セメント B種	普通ポルト ランドセメント	膨張材
密度 (cm ² /g)	2.25	3.04	3.16	3.16
比表面積 (cm ² /g)	3610	3680	3200	3450
強熱減量 (%)	2.10	-	-	1.3
フロー値比 (%)	106	-	-	-
活性度指数 (%)	材齢28日	81	-	-
	材齢91日	96	-	-

表-3 各配合とフレッシュ性状の結果

配合 No.	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)								AE減水剤 (高機能型) B × %	スランプ (cm)	空気量 (%)
		水	高炉 セメントB種	普通 セメント	FA内割 (置換率)	膨張材	細骨材 (高炉スラグ)	細骨材 (砕砂)	砕石			
		W	B				S1	S2	G			
BB	44.0%	163	303	-	67 (18%)	-	386	413	1123	1.20%	8.5	5.2
BB20	44.0%	163	283	-	67 (18%)	20	388	415	1123	1.20%	8.0	4.8
BB20S	44.0%	163	303	-	67 (18%)	20(砂置換)	377	404	1123	1.20%	8.5	5.0
N	44.5%	163	-	300	66 (18%)	-	394	422	1123	1.20%	10.5	5.1
N10	44.5%	163	-	290	66 (18%)	10	394	422	1123	1.20%	9.5	5.1
N15	44.5%	163	-	285	66 (18%)	15	394	422	1123	1.20%	9.5	5.1
N20	44.5%	163	-	280	66 (18%)	20	394	422	1123	1.20%	9.5	4.9
N25	44.5%	163	-	275	66 (18%)	25	394	422	1123	1.20%	9.5	5.0

キーワード フライアッシュ、高炉セメント、海洋構造物、膨張材

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株) T E L 0287-39-2105

3. 試験結果

(1) 拘束膨張特性(A 法)

拘束膨張率の結果を図-1に示す。膨張材を 20kg/m^3 添加した配合の材齢 7 日の膨張率は、セメントの種類に関わらず土木学会の膨張率の標準値 $150\sim 250\times 10^{-6}$ を満足する結果となった。また、砂置換の BB20S においても同様な結果であった。

(2) 拘束膨張収縮特性(B 法)

セメントの種類と膨張材の添加の有無に対して比較した拘束膨張・収縮率結果を図-2に示す。膨張材を添加した場合には、普通セメント配合は高炉セメント B 種配合に比べてやや膨張率が大きいため、材齢 26 週の収縮率は若干小さい結果であった。また、膨張材無添加の配合でも材齢 26 週の収縮率は日本建築学会「膨張材を使用するコンクリートの調合設計・施工指針案・同解説」²⁾の収縮率 -450×10^{-6} 以下を満足しており、収縮率の小さい配合であることも確認した。普通ポルトランドセメントにおける膨張材の添加量の違いを比較した拘束膨張・収縮率の結果を図-3に示す。膨張材の添加量を多くするほど膨張率は増加するものの、収縮傾向には違いは見られなかった。

(3) 圧縮強度

圧縮強度試験結果を図-4に示す。材齢 7 日の圧縮強度は普通セメントの配合が大きい傾向となるものの、材齢 28 日以降の圧縮強度は、セメントの種類にかかわらず同程度であった。また、目標値である材齢 28 日の圧縮強度は 30N/mm^2 以上であった。ただし、膨張材を 25kg/m^3 添加した配合 N25 では、やや強度低下が発生しており、この原因としては膨張率が 250×10^{-6} 以上と過膨張によるものと推察される。

4. おわりに

各セメントの 18%を FA で内割置換した配合に膨張材を標準量の 20kg/m^3 添加した場合、フレッシュ性状、圧縮強度、膨張収縮率は基準値（標準値）を満足した。今後、海洋構造物において、採用実績の多い高炉セメント B 種を用いた FA コンクリート(BB20)を使用し、仕上がり状況を確認する予定である。

参考文献

- 1) 樋原弘貴ほか：高炉セメントとフライアッシュを使用したコンクリートの乾燥収縮および諸特性に関する研究，セメント・コンクリート論文集 Vol.65，2011
- 2) 日本建築学会：膨張材を使用するコンクリートの調合設計・施工指針案・同解説，1982.2.

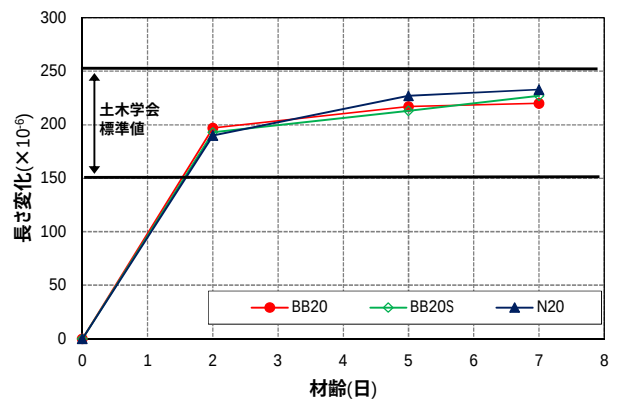


図-1 A 法による膨張率（膨張材 20kg/m^3 ）

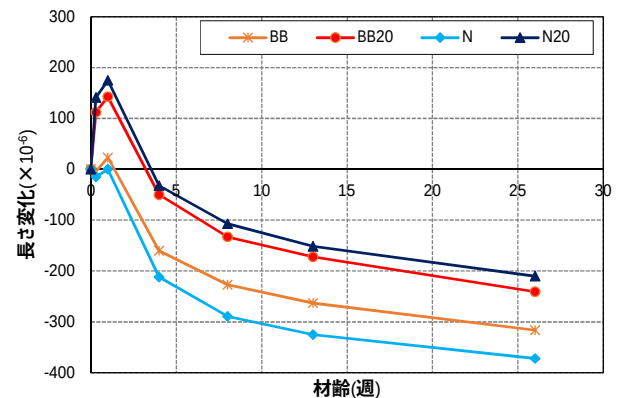


図-2 膨張・収縮率（セメント種類の違い）

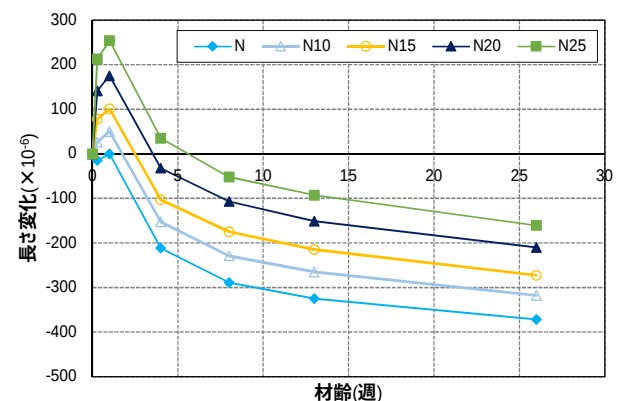


図-3 普通ポルトランドセメントの膨張・収縮率（膨張材添加量の違い）

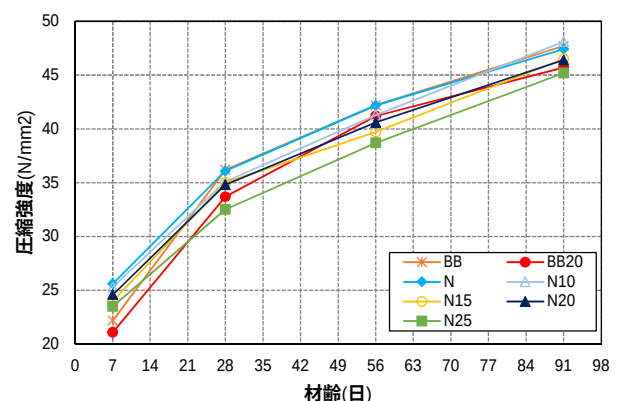


図-4 圧縮強度