

フライアッシュを用いたコンクリートの管理材齢と温度応力ひび割れ抑制効果に関する一考察

前田建設工業株式会社 正会員 ○笹倉 伸晃 北陸電力株式会社 正会員 参納 千夏男  
 北陸電力株式会社 橋本 徹 前田建設工業株式会社 正会員 白根 勇二  
 前田建設工業株式会社 山田 倫

1. はじめに

フライアッシュを用いたコンクリート（以下、フライアッシュコンクリート）は、コンクリートの性能向上に関する利点（施工性能の向上、水和発熱の抑制、耐久性の向上、長期強度の増進、アルカリシリカ反応の抑制など）を有している。また、フライアッシュなどの地域で産出する材料を最大限に利用してコンクリートを構成することは、環境負荷低減にも繋がる。したがって、コンクリートの性能向上と地産地消の観点から、フライアッシュを用いたコンクリートが、より一層普及促進されることが望まれている。

本文は、フライアッシュコンクリートの管理材齢と温度応力ひび割れ抑制効果に関して事前に検討し、実工事で適用した事例を報告する。

2. 工事概要

本工事は、既設原子力発電所が地震・津波の影響により機能が喪失しないよう、発電所敷地内への浸水防止対策として防潮堤を構築する工事である。

対象構造物概要を図1に示す。フライアッシュコンクリートは場所打ち杭およびフーチング、壁体部の全てに適用し、総打設数量は約 17,000m<sup>3</sup>となる。また、本構造物はマスコンクリート構造物と考えられ、コンクリートの配合および施工に際しては、温度応力による有害なひび割れ発生抑制も必要となる。

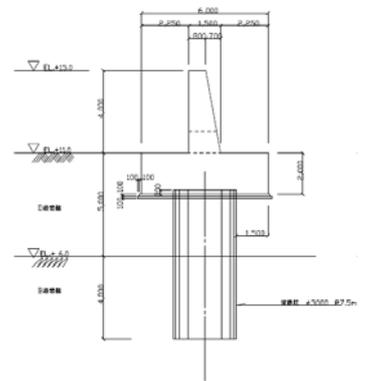


図1 対象構造物断面

3. コンクリートの配合選定概要

(1) 使用材料および物性値

配合選定試験におけるコンクリートの使用材料および物性値を表1に示す。フライアッシュは、フライアッシュセメントB種(置換率17wt%)として使用した。

表1 使用材料および物性値

材料	記号	種類	仕様・物性・成分
水	W	上水道水	-
セメント	FB	フライアッシュB種	密度 2.97g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	山砂	表乾密度 2.51g/cm <sup>3</sup> 吸水率 1.86%,粗粒率 2.66
粗骨材	G	陸砂利	Gmax25mm,表乾密度 2.64g/cm <sup>3</sup> , 吸水率 1.53%,F.M.6.87
混和剤1	AD	AE減水剤	AE減水剤標準形(I種)
混和剤2	AE	空気量調整剤	陰イオン界面活性剤

(2) コンクリートの配合選定方針

フライアッシュコンクリートは、ポズラン反応によって、材齢28日以降も強度増進が生じ、長期的な強度増進効果が得られることが知られている。そのため、コンクリートの配合試験では水結合材比および管理材齢(28日および56日)をパラメータとした管理材齢の違いによる結合材水比と圧縮強度の関係を把握し、長期材齢での強度発現を勘案するものとした。また、管理材齢の異なる配合を選定後、それらを入力値とした温度応力解析を実施し、フライアッシュコンクリートの温度応力ひび割れ抑制効果についても検討し、工事で使用する配合を決定するものとした。

4. 配合選定結果

呼び強度24配合(フーチング部および壁体部コンクリート)における管理材齢の違いによるフライアッシュコンクリートの配合選定結果を表2に示す。なお、表中には温度応力解析検討の比較検討で用いた管理材齢

キーワード フライアッシュコンクリート, フライアッシュセメント, 管理材齢, 水和熱低減, 配合設計

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿楽町2-8-8 猿楽町ビル TEL03-5217-9564

表2 配合選定試験結果

No.	配合	呼び強度	管理材齢	セメント種類	スランプ(cm)	Air(%)	W/C(%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )				
								W	C	S	G	AD
1	24-12-25FB <sub>56</sub>	24	56	FB	12	4.5	52.0	165	318	690	1067	2.544
2	24-12-25FB <sub>28</sub>	24	28	FB	12	4.5	48.3	165	342	670	1067	2.958
参考	24-18-25BB <sub>28</sub>	24	28	BB	12	4.5	50.0	170	340	668	1067	0.850

※W/C:水セメント比, BB:高炉セメント B 種

28日の高炉セメント B 種を用いた配合も示す。また、配合試験結果から得られた結合材水比と圧縮強度の関係を図2に示す。

表2および図3より、フライアッシュの硬化反応による28日以降の長期的な強度増進が認められ、長期材齢強度を基準とすればフライアッシュのポズラン反応による硬化の寄与を考慮した配合設計が可能であり、管理材齢を変化させることにより、呼び強度24の配合では、24kg/m<sup>3</sup>の単位セメント量を低減効果が認められた。

5. 事前検討におけるひび割れ抑制効果

夏期打設時におけるセメント種類および管理材齢の違いによる温度応力解析結果を表3および図3に示す。

フライアッシュコンクリートの管理材齢56日配合を採用することで、高炉セメント B 種配合と比較し、壁体部の最高温度は7.0度低減された。また、管理材齢でフライアッシュコンクリートを比較した場合、壁体部の最高温度は3.0℃低減され、いずれの配合と比較しても、フライアッシュコンクリートの管理材齢56日配合が、最もひび割れが大きい結果となった。したがって、ひび割れ抵抗性の観点からも、長期的な強度増進を期待した管理材齢56日配合がフライアッシュの特性を活かした配合であると考えられる。

6. まとめ

(1) 本工事では、フライアッシュコンクリートの利点を生かした配合として、管理材齢56日とした配合を選定し、温度応力解析により、その効果を事前に把握した。その結果、完成後のひび割れ調査では、有害なひび割れの発生もなく、また、色むらや表面気泡のない防潮堤を構築できた。

(2) フライアッシュコンクリートの普及促進に向けては、その性能上の利点を生かした配合選定が重要であり、工程上の問題が生じない範囲内において、長期的な強度増進を勘案した配合を選択することが望ましい。

謝辞

本検討に際しては、金沢大学鳥居教授にご指導頂きました。ここに感謝の意を表します。

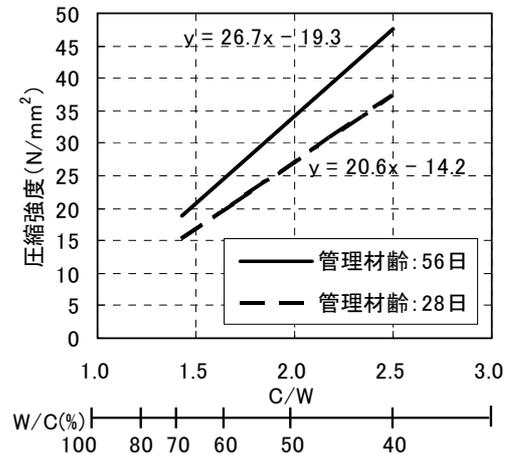


図2 結合材水比と圧縮強度の関係

表3 温度応力解析結果

配合	単位セメント量(種類:kg/m <sup>3</sup> )	フーチング最高温度(℃)	壁体部最高温度(℃)
1	FB:318	64.2	62.8
2	FB:342	67.2	65.8
参考	BB:340	72.7	69.8

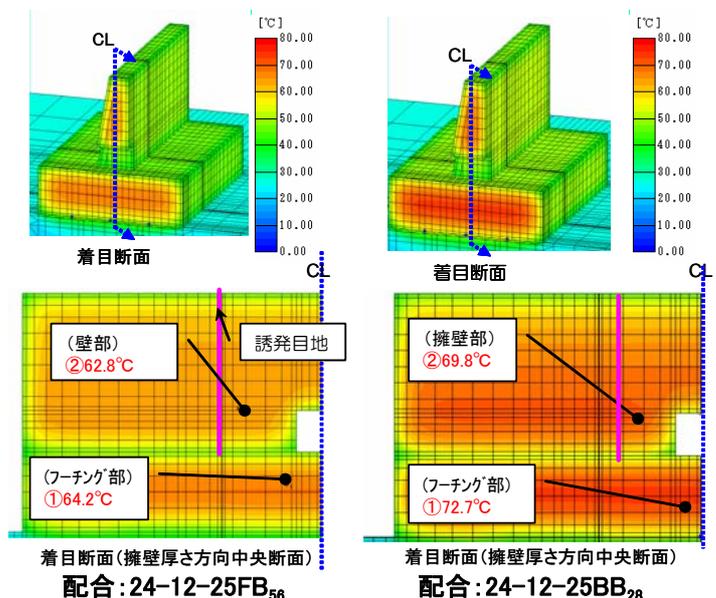


図3 温度解析結果