

V-102

フライアッシュを多量に混入したコンクリートの人工岩盤への適用に関する検討

熊谷組 正会員 金森 誠治
 熊谷組 正会員 河村 彰男
 熊谷組 吉田 勝美
 中部電力 正会員 山崎 常吉
 中部電力 正会員 依田 眞

1. はじめに

石炭火力発電所から大量に発生する石炭灰の有効利用方法の一つとして、建物を支持するための人工岩盤のような、一般の構造用コンクリートと比較してあまり強度が要求されない場合に、フライアッシュを多量に混入したコンクリートを使用することが考えられる。本報告は、フライアッシュの置換率を50%とした混合セメントを使用して、人工岩盤に適用する配合を決定するために行った実験結果の一部と、実際に適用した配合についてまとめたものである。

2. 実験概要

フライアッシュ置換率の検討結果より、単位結合材量を280kg/m³とした場合には置換率が70%においても

人工岩盤の設計条件を考慮した圧縮強度の条件を満足するが、置換率が高い場合には養生条件が初期強度の発現に影響を与えることが明らかとなったこと¹⁾、および、実施工ではレディーミクストコンクリート工場

でコンクリートを製造することから、フライアッシュを混和材料として使用するのではなく、置換率を50%とした混合セメントとして使用することとした。そのため、人工岩盤に適用するコンクリートの配合を決定することを目的として、単位結合材量を280, 240, 200kg/m³とした配合について、加圧ブリーディング試験および圧縮強度試験を行った。

コンクリートの要求品質としては、人工岩盤の設計条件と施工条件を考慮して、スランブ12±2.5 cm・空気量2±1%・圧縮強度 $\sigma_{28}=5\text{ N/mm}^2$ 以上の各条件を設定した。ここで、置換率の検討よりもスランブを12cmと小さくしたのは、フライアッシュを使用した場合にはポンプ圧送性の改善に有効であることを考慮したためである^{1) 2)}。使用した混合セメントは碧南火力発電所産の分級前のフライアッシュ原粉と普通ポルトランドセメントを質量比で1:1に混合したものであり、その物理的・化学的性質を表1に示す。細骨材は山砂と川砂の混合砂（表乾比重2.60, 粗粒率2.84）、粗骨材は川砂利（Gmax25mm, 表乾比重2.64, 粗粒率6.93）であり、混和剤としてAE減水剤を使用した。コンクリートの配合およびフレッシュ時の性状を表2に示す。

3. 実験結果と考察

表2の凝結試験結果から明らかなように、この混合セメントを使用すると始発時間がかなり遅くなり、単位結合材量が少ないほど始

表1 混合セメントの物理的・化学的性質

比重	比表面積 (cm ² /g)	凝 結			安定性	圧縮強さ (N/mm ²)			強熱 減量 (%)	酸化 カルシウム (%)	三酸化 硫黄 (%)	塩 素 (%)
		水量 (%)	始 発 (h-m)	終 結 (h-m)		3日	7日	28日				
2.72	3670	31.0	6-15	8-00	良	5.4	9.9	15.7	2.0	1.6	1.3	0.004

表2 コンクリートの配合とフレッシュ時の性状

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)				AE減 水剤 (cc)	スランブ (cm)	空気 量 (%)	カー ピング 率 (%)	凝 結 時 間	
		水 W	混合 セメント C	細骨 材 S	粗骨 材 G					始 発 (h-m)	終 結 (h-m)
77.5	50.0	155	200	978	993	2.5 /C=1kg	11.0	1.6	3.12	6-48	10-59
65.8	46.0	158	240	879	1048		12.0	1.6	3.35	7-01	10-11
55.7	46.0	156	280	863	1030		13.5	1.3	2.28	7-15	10-06

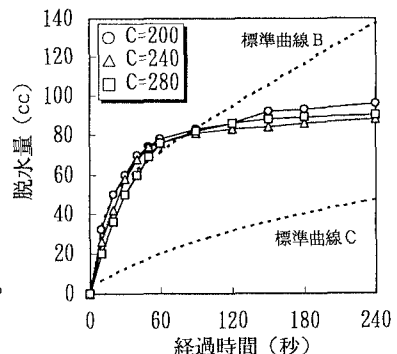


図1 加圧ブリーディング試験結果

発から終結までの時間が長くなっている。このため、単位結合材量が少ない場合には初期強度の発現が遅くなることが推測される。

加圧ブリーディング試験の結果を図1および表3に示す。加圧ブリーディング曲線は、いずれの場合も経過時間60秒付近で標準曲線Bのわずかに外側になっており、単位結合材量が少ないほど外側に位置する傾向を示している。ただし、コンクリート中の0.3mm以下のモルタル量は $C=200\text{kg}/\text{m}^3$ で $304\text{ l}/\text{m}^3$ 、 $C=240\text{kg}/\text{m}^3$ で $314\text{ l}/\text{m}^3$ 、 $C=280\text{kg}/\text{m}^3$ で $325\text{ l}/\text{m}^3$ となり、ポンプ圧送にはほとんど問題がないものと思われる²⁾。

材齢と圧縮強度との関係を図2に示す。すべての場合で、材齢28日における圧縮強度は $5\text{ N}/\text{mm}^2$ 以上となっている。また、材齢91日においても強度が増加しており、これはモルタル試験の結果から³⁾、フライアッシュのポゾラン反応によるものと考えられる。混合セメント中のセメント成分と水の比（セメント水比）と圧縮強度の関係を図3に示す。図3から明らかなように、両者の関係はいずれの材齢においても線形となっている。この理由としては、材齢28日までは強度発現が主としてセメントによるものであるためと、以後材齢91日までは、強度発現が主としてフライアッシュとセメントとの等量混合下でのポゾラン反応によるためと考えられる。

人工岩盤に適用するコンクリートの配合の決定にあたっては、このような混合セメントを使用してコンクリートを製造した実績が過去にないことから、変動係数を15%と想定し、さらに、フライアッシュ原粉の品質がばらつくことを考慮して、設計基準強度に対して 3σ を設定し、割増し係数を1.82として配合強度を定めた。この結果、人工岩盤の設計基準強度 $f'_{cr}=5\text{ N}/\text{mm}^2$ に対して、配合強度が $f'_{cr}=9.1\text{ N}/\text{mm}^2$ となったことから、配合強度を満足し、単位結合材量が最小である、単位結合材量 $240\text{kg}/\text{m}^3$ の配合のコンクリートを人工岩盤に適用した。

4. まとめ

- (1)加圧ブリーディング曲線は、単位結合材量にかかわらず、いずれの場合も経過時間60秒付近で標準曲線Bのわずかに外側になっていたが、コンクリート中の0.3mm以下のモルタル量を考慮すると、ポンプ圧送にはほとんど問題がないものと思われる。
- (2)圧縮強度は、すべての場合で、材齢28日において $5\text{ N}/\text{mm}^2$ 以上となった。また、材齢91日においても強度が増加しており、単位結合材量が多いほど強度の増加がみられた。
- (3)人工岩盤に適用するコンクリートの配合は、配合強度 $f'_{cr}=9.1\text{ N}/\text{mm}^2$ を満足し、単位結合材量が最小である、単位結合材量 $240\text{kg}/\text{m}^3$ の配合とした。

なお、フライアッシュの置換率を50%とした混合セメントを使用したコンクリートは、平成7年7月～11月にかけて人工岩盤に適用され、約12,000 m^3 のコンクリートを打設した。また、土木学会「コンクリート標準示方書（施工編）」に従って、圧縮強度の試験値からコンクリートの品質判定を行った結果、所要の品質を有していることが確認できた⁴⁾。

（参考文献）1)河村・金森・山崎・江前・依田：石炭灰のコンクリートへの適用に関する検討（その2：コンクリート試験）、土木学会第51回年次学術講演会講演要集、1996 2)土木学会：コンクリートのポンプ施工指針（案）、1995 3)田中・山崎・河村・依田・金森：石炭灰のコンクリートへの適用に関する検討（その1：モルタル試験）、土木学会第51回年次学術講演会講演要集、1996 4)金森・久野・長谷川・吉田・森：フライアッシュを多量に混入した人工岩盤用コンクリートに関する研究（その2：コンクリートの品質に関する検討）、日本建築学会大会学術講演要集（近畿）、1996

表2 加圧ブリーディング試験結果

単位セメント量	最終脱水率 (%)	60秒脱水率 (%)
200 kg/m^3	29.1	39.6
240 kg/m^3	28.3	35.3
280 kg/m^3	27.5	34.1

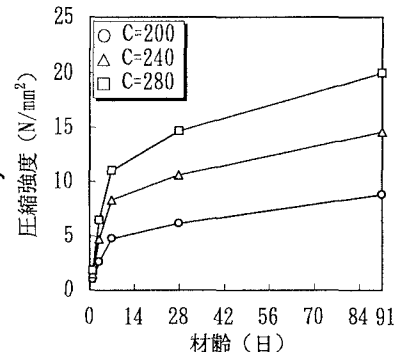


図2 材齢と圧縮強度の関係

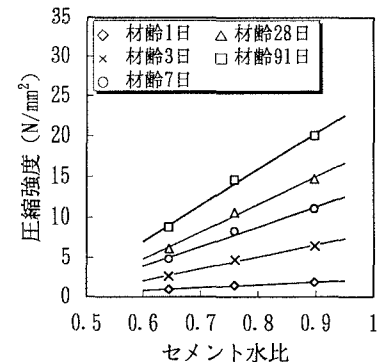


図3 セメント水比と圧縮強度の関係