

VI-45

フライアッシュを利用した高流動コンクリートセグメントの開発(1)

- FA高流動コンクリートセグメントの特徴と製造サイクル検討 -

中部電力 正会員 北澤 智* 安藤 兼治**
 正会員 中山 元* 田畑 喜彦*
 東海コンクリート工業 正会員 高橋 英明***

1 はじめに

シールドトンネルに使用されるセグメントを製造する際、自己充填性を有する高流動コンクリートを利用することにより、従来製法の振動締め固め・表面仕上げ等の工程が省略され、製造設備や型枠の簡素化を図ることができる¹⁾。しかし、粉体系高流動コンクリートに普通ポルトランドセメントのみを使用した場合、材料分離抵抗性を与えるために多量のセメントが必要となり、余分に強度が高くなる傾向があり、材料費も割高となる。

そこで、当社碧南火力発電所から年間50万t以上発生する石炭灰に着目して、ベアリング効果のあるフライアッシュを混和材とした高流動コンクリートをセグメントに適用することとした。そして、普通ポルトランドセメントを早強ポルトランドセメントに代替することにより、従来の粉体系高流動コンクリートに比べ、強度発現の遅さを改善するとともに、材料費の抑制も図れた。これらのことにより、従来困難であった、1日あたり2回の製造サイクルが可能となり、セグメントトータルコストの低減の見通しが立った。

高流動コンクリートの配合決定までは報告²⁾済みであるため、本稿はFA高流動コンクリートセグメントの特徴及び製造サイクルに関する検討結果を報告するものである。

2 FA高流動コンクリートセグメントの特徴

2.1 高流動コンクリートの配合

表-1に示方配合を示し、特徴を以下に示す。

① 混和材としてフライアッシュを総粉体量の

31.5%置換するため、セメントのみの場合と比較し材料費の上昇が抑えられる。また、ベースセメントに早強ポルトランドセメントを使用すること、および図-1に示す蒸気養生を行うことにより、強度発現の遅さが改善される。室内試験では材齢6時間で脱型に必要な20N/mm²程度の圧縮強度が得られる²⁾。

② この示方配合とは別に、任意に要求される基準強度にあわせた配合設計を行う場合、既に得られている回帰式²⁾より、水粉体比やフライアッシュ置換率等の変更で容易に示方配合を求めることが出来る。また、単位粉体量は0.185~0.195(m³/m³)の範囲で、フレッシュ時に安定した自己充填性・分離抵抗性が得られる²⁾。

以上のような特徴を持つ高流動コンクリートについて長期強度、

乾燥収縮や中性化等の物性について室内実験を行い良好な結果を得たので、セグメントへの適用を図った。

2.2 FA高流動コンクリートセグメントの性能

セグメントにおけるコンクリートの均一性は、写真-1のようなセグメント(外径:7,140mm, 桁高:300mm, 幅:1,200mm, 分割角度:57.3°)を円周方向に切断し、骨材分布状況等を確認した。さらに、セグメ

表-1 フライアッシュを利用した高流動コンクリートの示方配合

粗骨材の 最大寸法 (mm)	自己充 填性の ランク	スランプ 加- (cm)	50cmスラン プ時間 (sec)	水結合 材比 (%)	水粉体 容積比 (%)	空気 量 (%)	単位粗骨材 絶対容積 (m ³ /m ³)
20	2	65±5	10±3	32.1	89.4	1.5	0.325

単位量 (kg/m³)

水	セメント	混和材	細骨材	粗骨材	混和剤
170	363	167	783	858	7.02

セメント:早強ポルトランドセメント(比重3.13)

混和材:碧南フライアッシュ(JIS規格II種品, 比重2.25, 比表面積3650cm²/g, 強熱減量2.3%)

細骨材:川砂+砕砂(表乾比重2.61, 粗粒率2.71)

粗骨材:砕石(表乾比重2.64, 粗粒率6.28, 実積率59.6%)

混和剤:高性能減水剤(ポリカルボン酸系, 高流動用)

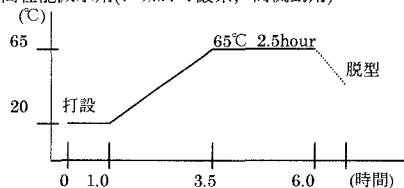


図-1 蒸気養生パターン

キーワード: シールドトンネル, セグメント, 高流動コンクリート, フライアッシュ, 早期強度発現性能

* 〒456-0022 名古屋市熱田区横田 2-3-24

中部電力㈱

中央送電建設所 地中線土木課

TEL 052-682-4579

** 〒459-8001 名古屋市緑区大高町字北関山 20-4

中部電力㈱

技術開発本部 電力技術研究所

TEL 052-621-6101

*** 〒455-0844 名古屋市港区潮風町(十号地)

東海コンクリート工業㈱

研究開発部 研究開発グループ

TEL 052-384-7151

ントの両端及び中央部の3カ所に対して、それぞれ背面側（上部：背面から深さ100mmまで）と内面側（下部：内面から深さ100mmまで）及び中間部（中部：上部と下部の間、厚さ100mm）の、粗骨材面積率を測定した。表-2に測定結果を示す。この結果より、型枠内に均一かつ密実にコンクリートが充填されることを確認した。

また、一定の設計条件（外径：5,150mm、桁高：275mm、幅：1,300mm、コンクリート設計基準強度：48N/mm²、鉄筋種類SD345、鉄筋量：1,098kg/リング）に基づいてセグメント

を製造し、各種強度試験を実施した。表-3にその結果を示すが、セグメントの耐力は十分な安全性を有していることが確認された。また、セグメントの寸法精度・外観品質についても、従来の品質基準⁴⁾を十分満足した。

3 FA高流動コンクリートセグメントの製造サイクル

これまで高流動コンクリートによるセグメントの製造は、強度発現が遅いため、1日あたり2回の製造サイクルは困難であった。しかし、本報告のFA高流動コンクリートセグメントは、①早強ポルトランドセメントを使用すること、②真空脱水工法⁵⁾により余剰水を強制的に排除すること、および③蒸気養生を行うことにより、打設から型枠脱型までの時間を低減することができ、図-2に示すように、1日あたり2回の製造サイクルが可能となることを確認した。

4 まとめ

フライアッシュを混和材として使用したFA高流動コンクリートセグメントの開発の成果をまとめると以下のとおりである。

- (1) FA高流動コンクリートセグメントは、十分な自己充填性・材料分離抵抗性を有する。
- (2) FA高流動コンクリートセグメントは、硬練りコンクリートを用いた製造方法と比較して、振動締め固め・表面仕上げ作業の省略、製造設備の簡略化、さらに工場での振動締め固めに伴う振動騒音等の作業環境の改善が可能となり、作業の効率化を図ることができる。
- (3) さらに早期強度発現性能をもつため1日あたり2回の製造サイクルが可能となり、生産性の向上も図れ、トータルコストの削減が実現できる。

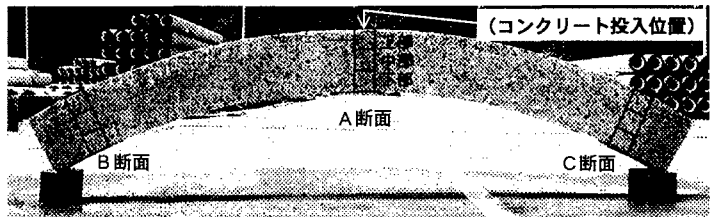


写真-1 骨材分布状況及び粗骨材面積率測定位置

表-2 粗骨材面積率測定結果

	A断面(%) (コンクリート投入位置)	B断面(%) (セグメント端)	C断面(%) (セグメント端)	平均(%)
上部	38.4	33.2	37.2	36.3
中部	36.1	42.1	33.7	37.3
下部	41.9	37.5	35.6	38.3
全測定位置の平均粗骨材面積率 37.3				

表-3 単体曲げ試験結果

	要求品質	試験値
破壊荷重(kN)	432	558
破壊モーメント(kN・m)	191	244
安全率	2.5以上	3.2
ただし 安全率:破壊モーメント/許容抵抗モーメント(77kN・m)		

試験体のコンクリート
28日圧縮強度: 52.1N/mm²

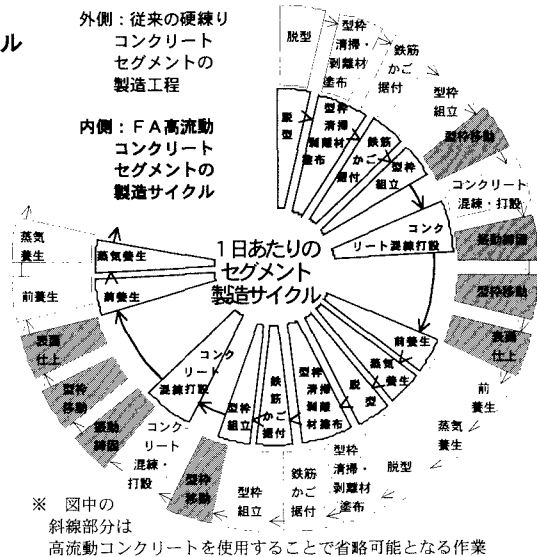


図-2 1日あたりの製造サイクル比較

参考文献

- ¹⁾ 花見ら：高流動コンクリートセグメントの開発，土木学会第53回年次学術講演会，第VI部 pp.50-51，1998.10
- ²⁾ フライアッシュを利用した高流動コンクリートセグメントの開発，土木学会中部支部研究発表会，第V部，pp.579-580，1999.3
- ³⁾ 土木学会：高流動コンクリート設計施工指針，1998.7
- ⁴⁾ 土木学会，日本下水道協会：シールド工事用標準セグメント，1990
- ⁵⁾ 高橋ら：フライアッシュを利用した高流動コンクリートセグメントの開発（2），土木学会第54回年次学術講演会，第VI部