

フライアッシュを多量に混入したコンクリートの軟弱地盤置換工事への適用 フライアッシュの有効利用

Application of high volume fly ash concrete to a replacement work for soft ground improvement Effective utilization of fly ash

(火力センター 工務部 土木課)

(Civil Engineering Section, Maintenance Department, Thermal Power Administration Center)

石炭火力発電所の副産物であるフライアッシュを有効利用するため、これまでの実績を上回る多量のフライアッシュを混入したコンクリート(以下、ハイボリュームフライアッシュコンクリート:HVFCと称す)を開発し、耐震裕度向上のための軟弱地盤置換工事へ適用した。

In order to more effectively utilize fly ash, a by-product of coal-fired power plants, we developed High Volume Fly Ash Concrete ("HVFC"), a type of concrete containing a larger quantity of fly ash than before, and furthermore, we adopted it to replace soft ground in an actual work for improvement of earthquake-resistance.

1 開発の背景・目的

フライアッシュは、1991年に制定された「資源有効利用促進法(リサイクル法)」によって、利用促進すべき指定副産物に定められており、当社では碧南火力発電所で排出されるフライアッシュの有効利用に取り組んできている。これまでの利用実績としては、ダムや構造物基礎などのコンクリートを対象に、コスト削減や品質改善のために混和材(セメントや砂と置換して利用)として用いる場合が多い。しかし、セメント置換(内割)により初期強度が低下することや、砂置換(外割)により粘性が増加し混和剤の添加量が増加するため、フライアッシュは250kg/m³以下の混入量で使用されている例がほとんどである。

今回は、碧南火力発電所4・5号機取水槽の耐震裕度向上対策として実施した軟弱地盤のコンクリート置換工事を対象に、更なるフライアッシュの有効利用の観点から、従来実績を上回る多量利用を目指し、室内配合試験、試験施工を行った上で、その結果に基づいた実施工を行った。

2 室内配合試験

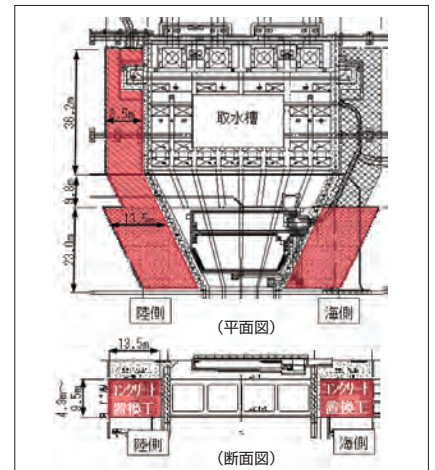
第1図にコンクリート置換工事の概要図を示す。本工事において、置換コンクリートは構造体でないことから、要求性能は以下のとおりとした。

- ①ポンプ圧送に適した生コンクリートの柔らかさなどの程度を示す指標:スランプ21cm程度、空気量3%程度
- ②現場施工サイクルを考慮した必要強度:材齢3日圧縮強度3.5N/mm²以上
- ③せん断力による変形のしにくさを考慮した必要値:せん断弾性係数:0.92kN/mm²以上

配合ケースを第1表に示す。従来実績(No.0)をベースに、外割量・内割量それぞれを増量したケースとした。特にフライアッシュ 500kg/m³以上の使用を目指したケース(No.4、5)では、粉体量が増すことによる粘性の抑制を考慮して、単位水量を土木学会の標準配合におけ

る上限を上回る185kg/m³に上げた。使用材料のフライアッシュは、品質の安定性を考慮し、碧南火力発電所から発生するJIS規格Ⅱ種相当品を使用した。

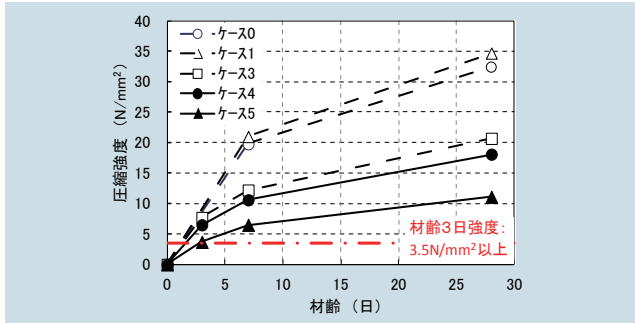
試験の結果、No.2を除きスランプ、空気量、せん断弾性係数の要求性能を満足した。また、材齢3日の圧縮強度(第2図参照)はフライアッシュの品質のバラツキを考慮した場合にNo.5では余裕がなかった。これらのことから、要求性能を満たしつつ最もフライアッシュの使用量の多いNo.4(フライアッシュ量507kg/m³)を採用することとした。ただし、単位水量が標準配合の上限を超えていることと、単位粉体量(セメント+フライアッシュ)が多いことにより、乾燥収縮の影響によるひび割れの発生が懸念される。さらに、コンクリート受入から施工までの許容時間等の品質管理値や養生方法を設定するための、スランプの経時変化(スランプロス)、ブリーディング量(生コンクリート中の固体成分が沈下し、上面に水が浮上する現象で、コンクリート表面の状態を判



第1図 工事概要図

第1表 配合ケース

配合 ケース No.	単位量(kg/m ³)										
	水 W	セメント C	フライアッシュ			砂 (細骨材) S	砂利 (粗骨材) G	混和剤 Ad			
			計	内割	外割						
0	175	226	294	60	234	525	946	4.68			
1			384		324			6.10			
2			452		392			8.14			
3			160		450			126	324	501	4.88
4			154		507			132	375	417	4.63
5	111	550	175	375	404						

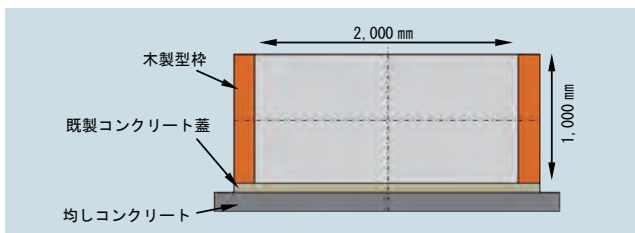


第2図 材齢と圧縮強度

断するもの)に関する参考データがない。そこで、ひび割れ等の変状の有無を検証するとともに、品質管理基準や養生方法を設定するために、試験施工を実施することとした。

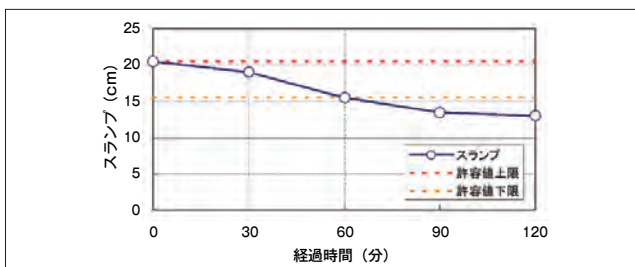
3 試験施工

変状の有無の確認は、第3図に示す縦2m横2m高さ1mの大型供試体を製作して行った。試験結果より以下の性状を確認した。



第3図 大型供試体の形状

- ①ひび割れ等の変状は、供試体の打設後初期および材齢28日以降も認められなかった。また、乾燥収縮ひずみは乾燥期間52週で 552μ と一般的なコンクリートの値と同程度であった。
- ②スランプは、コンクリート受入検査時点より徐々に低下し、ポンプ圧送の許容下限程度のスランプ15cm(スランプロス5cm)までの許容時間は、60分程度であることがわかった(第4図参照)。



第4図 スランプの経時変化

- ③ブリーディングの発生量は、 $0.054\text{cm}^3/\text{cm}^2$ (ブリーディング率1.1%)とごく僅かであった。一般的なコンクリートのブリーディング率が3~7%程度であるこ

とを考えると、HVFCのブリーディング量は相当少なく、施工後の急激な表面乾燥によるひび割れの発生が懸念されるため、早めのコテ仕上げや迅速な養生が必要になることがわかった。

4 実施工

試験施工の結果を踏まえ、実工事へ適用した。置換コンクリートは、縦横方向10m程度、高さ1~2.5m程度のブロックに分割(全体で27ブロック)して施工した。コンクリートの打設時期は4~12月(8月を除く)で、打設総量は約 $7,600\text{m}^3$ であった。施工状況を第5、6図に示す。施工実績は以下のとおりである。

- ①日打設量が最大約 400m^3 と大量であることから、ポンプ能力の大きい超高強度コンクリート打設等で用いられる高圧仕様コンクリートポンプ車を選定するとともに、高粘性により吐出性能が低下することも考えられたため、ポンプ車を2台配置した。
- ②HVFCは、表面が乾燥しひび割れが生じ易いことおよび実施工時の気温、日当たりの状況を考慮して、打設直後からのコテ仕上げやスプリンクラーによる散水養生を行った。
- ③各打設ブロックにおいて 100m^3 程度ごとに、スランプ、空気量を測定するとともに、圧縮強度試験用試験体採取し、材齢3、7、28日で圧縮強度試験を実施して要求性能を満足していることを確認した。脱型時の初期強度発現は問題なく、材齢3日での打設サイクルを確保することができた。また、せん断弾性係数も全て目標値以上であることを確認した。



第5図 打設・充填状況



第6図 仕上り状況

5 まとめ

フライアッシュを従来の約2倍($507\text{kg}/\text{m}^3$)混入したHVFCを、軟弱地盤の置換工事へ実適用することができた。実施工では、初期養生の対策に加えスランプの経時変化を考慮することで、所定の品質の置換コンクリートが打設できることを実証した。HVFCの配合と品質管理基準を明らかにできたことから、今後は置換コンクリートへの有効利用の選択肢が増えることとなり、使用できる箇所へ積極的に採用していきたい。



執筆／加藤幸盛