

水中不分離性コンクリートへのフライアッシュの有効活用

コンクリート製品のコスト及びCO₂排出量削減を目指して

Effective Use of Fly Ash for Anti-washout Underwater Concrete

Aiming to reduce the cost and CO₂ emissions of concrete products

(電力技術研究所 土木G)

(Civil Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

石炭火力発電所で発生するフライアッシュ（以下「FA」）を水中不分離性コンクリートに混和すると、FAの流動性向上効果により単位水量が低減でき、それに伴いセメント量および水中不分離性混和剤量も低減できるため、コスト及びCO₂排出量の削減につながることを確認した。また、FA混和による水中での材料分離抵抗性への影響は無いことを確認した。

When fly ash (hereinafter referred to as "FA") generated at a coal-fired power plant is mixed with anti-washout underwater concrete, the unit water amount can be reduced due to the effect of improving the fluidity of FA, and the amount of cement and the amount of admixture for anti-washout underwater concrete are accordingly. It was confirmed that this would lead to a reduction in cost and CO₂ emissions. It was also confirmed that FA miscibility did not affect the material separation resistance in water.

1 背景・目的

従来のコンクリートを水中に施工しようとする時、施工時の材料分離が懸念されるとともに、材料分離の助長となる振動締固めができないことから充填性や均一な高さを形成するレベリング性に乏しく、低品質な仕上がりとなる。そこで、材料分離抵抗性を高め、水中での充填性やセルフレベリング性を与えて高品質な仕上がりとなるように、水中不分離性混和剤を添加した水中不分離性コンクリートが用いられている。ただし、水中不分離性混和剤は高額であるため、水中不分離性コンクリートを用いることは、コスト増加につながる。

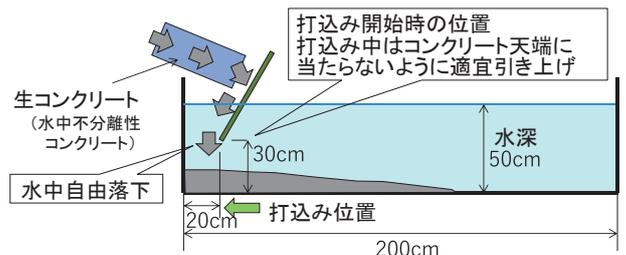
一方、石炭火力発電の副産物であるFAは形状が球形であるため、コンクリートに混和すると、施工時の流動性が向上し、コンクリート配合中の単位水量が低減できる。これに伴って単位セメント量および水中不分離性混和剤量の低減によるコスト削減が期待できる。また製造時にCO₂を排出するセメントの量を減らせることから、CO₂排出量削減も期待される。

今回、水中での施工を模擬した実験により、FAを混和した水中不分離性コンクリートの仕上がり品質と圧縮強度を確認した。

あり、JIS規定値を満たすものである。FAはセメント置換として混和しており、単位セメント量の30%、50%を置換したケースに加えて、比較のためにFAを混和していないケースを実施した。

(2) 実験方法

水中施工模擬実験の状況を第1図に示す。水を張った型枠（長さ200cm、幅62cm、水深50cm）内にコンクリートを打ち込み、水中での流動状況を確認するとともに、硬化後の仕上がりと圧縮強度を確認した。



第1図 コンクリート打込み状況

コンクリートの打込みは、型枠左端より20cmの位置から水中自由落下高さが30cm以下となるように行い、打込み位置での打込み高さが約50cmになったときに終了した。打込み終了後、材齢7日で型枠脱型するまでは湿潤養生を行い、型枠脱型後は屋内で気中養生した。ま

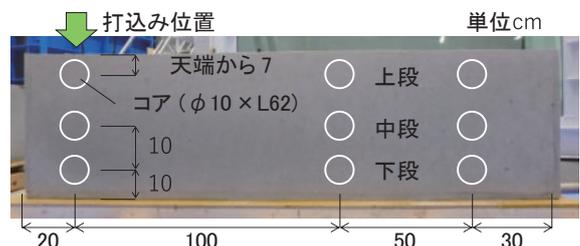
2 概要

(1) コンクリート配合

今回の検討で設定した水中不分離性コンクリートの配合を第1表に示す。使用したFAは、碧南火力発電所産で

第1表 コンクリート配合 (W/B=55%)

F/B (%)	単位量 (kg/m ³)							
	水 W	結合材B		細骨材 S	粗骨材 G	AE減水剤	水中不分離性混和剤	水中不分離性混和剤助剤
		セメント C	FA F					
0	230	418	0	637	986	5.02	2.53	3.35
30	225	286	123	629	975	4.91	2.48	3.28
50	222	202	202	628	967	4.85	2.44	3.24

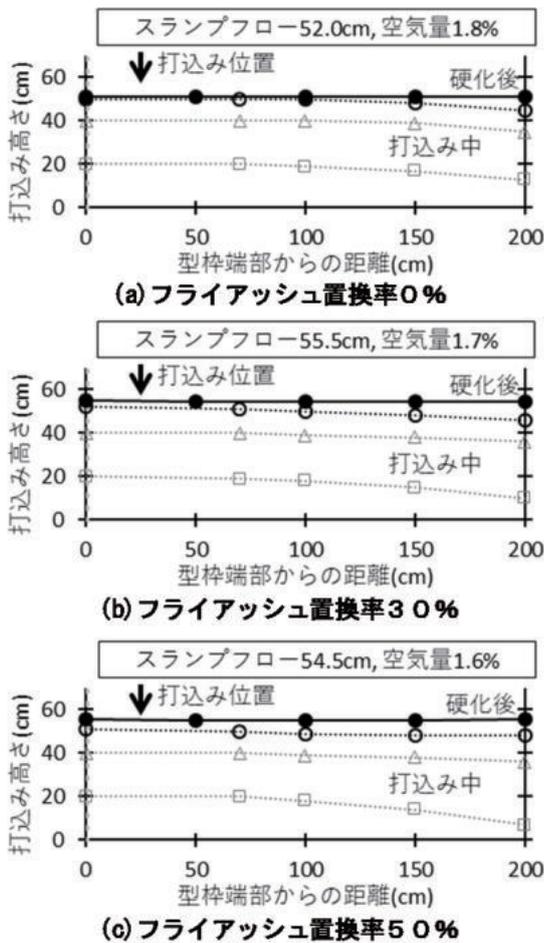


第2図 硬化後の試験体状況とコア採取位置

た、材齢28日までにコンクリート試験体の側面からコア（ $\phi 10 \times L62\text{cm}$ ）を採取し（第2図参照）、各コアから圧縮強度試験用の供試体（ $\phi 10 \times L20\text{cm}$ ）を3本作製して、材齢28日に圧縮強度試験を行った。

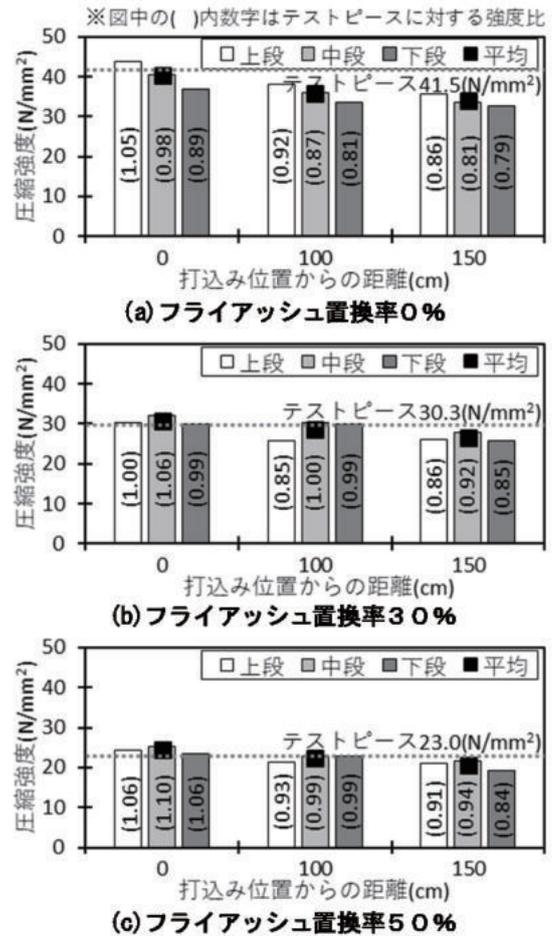
(3) 実験結果

打込み中および硬化後の型枠端部からの距離と天端高さの関係をフレッシュ性状と併せて第3図に示す。ケースによってスランプフロー（流動性を示す指標）は若干差があったが、全てのケースで打込み中の天端勾配は緩やかで、硬化後の天端面はほぼ水平となった。また、全てのケースで豆板等の変状は確認されず、コンクリート表面の仕上がり状態は良好であった。



第3図 型枠左端からの距離と天端高さ

圧縮強度試験結果（3供試体の平均値）と打込み位置からの距離ごとの平均値を第4図に示す。なお、型枠への打込み時に別途作製（水中作製）したテストピースの圧縮強度およびそれに対する強度比を併記した。各ケースを比べると、フライアッシュ置換率が大きいほど圧縮強度は低下した。ただし、別途実施した室内要素試験において、フライアッシュを混和した配合では経時による強度増加の割合が大きく、置換率30%では材齢半年で、置換率50%では材齢1年でフライアッシュ無混和と同程度の圧縮強度となることを確認している。全てのケースで打込み位置からの距離が離れるほど圧縮強度は低下し



第4図 採取コアの圧縮強度

た。また、フライアッシュ無混和（置換率0%）のケースの圧縮強度は上段の方が高い値を示したが、フライアッシュを混和したケースでは無混和ほどの上下段の差は見られなかった。コア採取位置による圧縮強度の違いは、水中自由落下での打込みおよび水中での流動による影響と考えられるが、フライアッシュの混和により影響が緩和されたと考えられる。

3 まとめ

水中不分離性コンクリートへのフライアッシュの有効活用を目的として、水中施工模擬実験を実施した。フライアッシュ置換率50%まではコンクリートの仕上がり品質は良好であることを確認した。また、置換率が大きいほど材齢28日での圧縮強度は低くなったが、置換率50%までは材齢1年以内で無混和と同程度の強度となることを別途確認している。

フライアッシュ混和によるセメント量および水中不分離性混和剤低減の効果を確認したところ、置換率30%の配合で5%、置換率50%の配合で9%のコスト削減が可能である。また、セメント量低減に伴い、CO₂排出量は、置換率30%で約30%、置換率50%で約50%の削減が可能である。



執筆者/加藤誠司