

福井県産分級フライアッシュを用いたコンクリートの実用研究

金沢工業大学大学院 学生会員 ○田端 辰伍
金沢工業大学大学院 正会員 宮里 心一
北陸電力(株) 非会員 橋本 徹
金沢工業大学 非会員 高橋 祥太

1. 序論

電力の安定供給に大きな役割を果たしている石炭火力発電所では、石炭燃焼に伴う副産物として大量の石炭灰が産出される。また、福井県に製鉄所はなく、石炭火力発電所のみが存在する。そのため、福井県においてはフライアッシュ（FA）が有効活用すべき資源として注目されている。さらに昨夏、福井県の敦賀火力発電所で、分級装置が稼働し、従来よりも高品質な FA（JIS II 種灰）が安定供給できる体制が整った。

分級 FA を混和材としてコンクリートに使用した場合、ワーカビリティの向上、長期強度の増進、乾燥収縮の抑制、および温度ひび割れの抑制効果等が見込まれている。そこで、地産地消および環境負荷低減の観点から、福井県産分級 FA を用いたコンクリートの実用化を図ることとした。

以上の背景を踏まえ本研究では、福井県において流通する代表的な骨材を用いて、普通ポルトランドセメント（N）あるいは高炉セメント B 種（BB）を用いたコンクリート、および N に分級 FA を混和したコンクリートを製造した。そして、フレッシュ性状および硬化性状を比較し、福井県産分級 FA を用いたコンクリートの実用化を検証した。なお、目標スランプは $8.0 \pm 2.0\text{cm}$ 、目標空気量は $4.5 \pm 1.5\%$ 、および 28 日の目標強度は 26N/mm^2 とした。

2. 実験手順

2. 1 実験ケースと配合

実験ケースを表 1 に示す。また、各ケースのコンクリートの配合を表 2 に示す。なお、全ケースにおいて、生コンクリート工業組合で設計された実用的な配合に準じた。

2. 2 測定概要

測定項目は、①ワーカビリティ（12 打フロー）、②ブリーディング、③圧縮強度、④乾燥収縮、⑤簡易断

熱温度上昇量、および⑥透水性である。ここで、①ワーカビリティは、モルタルフローの試験方法を基に、スランプ測定後に平板の四隅を 3 回ずつ計 12 回打撃し、材料分離してないことを確認した後、ノギスによりコンクリートの平面的な広がり測定した。②ブリーディングは、練上がり直後のフレッシュコンクリートを使用して、JIS A 1123 に準じて測定した。③圧縮強度は、JIS A 1108 に準じて、材齢 3, 5, 7, 14, 28, 56 および 91 日に測定した。④乾燥収縮は、JIS A 1129-2 に準じて、材齢 91 日までのひずみを測定した。⑤簡易断熱温度上昇試験は、約 20°C の実験室内で、発泡スチロール製断熱容器を用いて、1 時間毎に 7 日間に亘り供試体中心温度を測定した。⑥透水性は、JSCE K 572 に準じて 14 日間に亘り測定した。

3. 実験結果

図 1 に N または BB に対する 12 打フローを示す。これによれば、N+FA の流動性は、N または BB を使用したコンクリートと比較して、同等または良好であることが確認された。

図 2 に N または BB に対するブリーディングを示す。これによれば、N+FA のブリーディング量は、N または BB を使用したコンクリートと比較して、同等であるこ

表 1 実験ケース

骨材種類	結合材種類		
	N	BB	N+FA
九頭竜川	●	●	●
滋賀	●	●	●

表 2 配合

ケース		W/B (%)	単位量(kg/m³)						
			W	C	FA	S	G	Ad	AE
九頭竜川	N	53.9	160	297	-	810	1023	3.18	0.006
	BB	51.0	157	308	-	774	1049	3.30	-
	N+FA	51.0	152	253	45	799	1039	2.98	2.98
滋賀	N	53.9	164	304	-	822	1065	3.83	0.006
	BB	51.9	161	310	-	796	1085	3.91	0.006
	N+FA	51.9	165	292	52	791	1068	3.82	0.197

注)W/B=W/(C+FA)

とが確認された。

図3に材齢5日および91日におけるNまたはBBに対する圧縮強度を示す。これによれば、各骨材産地において、N+FAの初期強度（材齢5日）および長期強度（材齢91日）は、NまたはBBを使用したコンクリートと比較して、同等または大きいことが確認された。

図4に材齢91日におけるNまたはBBに対する乾燥収縮を示す。これによれば、N+FAの乾燥収縮は、NまたはBBを使用したコンクリートと比較して、小さいことが確認された。

図5にNまたはBBに対する最高温度上昇量を示す。これによれば、N+FAの最高温度上昇量は、NまたはBBを使用したコンクリートと比較して、低いことが確認された。

図6にNまたはBBに対する透水係数を示す。これによれば、ばらつきは大きいが生じて、N+FAの透水係数は、NまたはBBを使用したコンクリートと比較して、同等であると判断された。

4. 結論

図4に総合評価を示す。これによれば、福井県産分級FAを使用した実用的な配合のコンクリートは、フレッシュ性状、強度、初期ひび割れ抵抗性、および水密性の面で、NまたはBBと比較して、同等または優れることが確認された。

謝辞

金沢大学鳥居教授にご指導を頂きました。

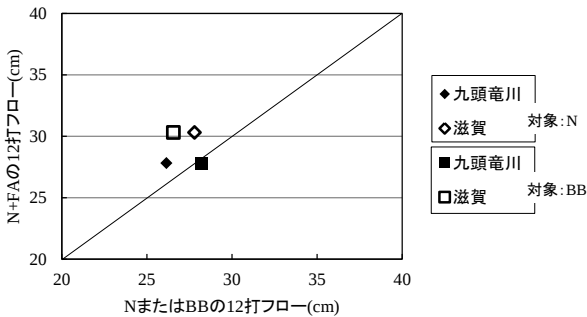


図1 12打フロー（対象基準：N，BB）

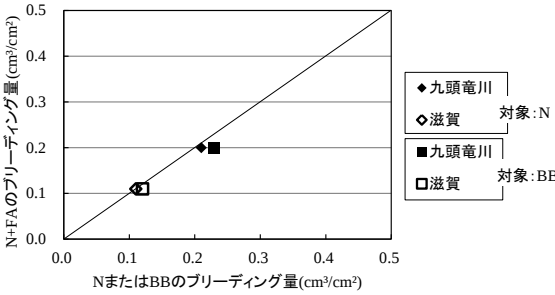


図2 ブリーディング（対象基準：N，BB）

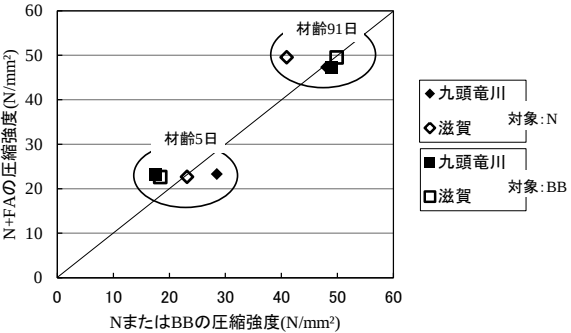


図3 圧縮強度（対象基準：N，BB）

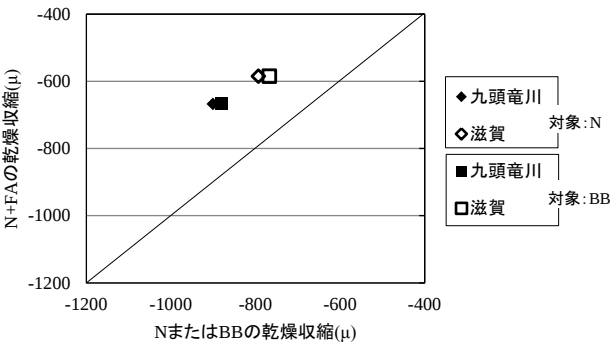


図4 乾燥収縮（対象基準：N，BB）

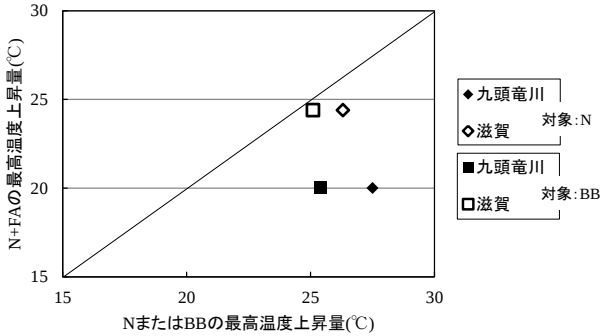


図5 最高温度上昇量

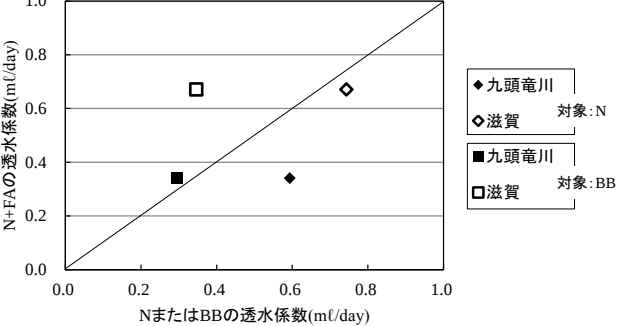


図6 透水係数

表4 総合評価

比較項目	比較対象		試験項目
	N	BB	
(1)施工性向上	○ ⁺	○ ⁺	12打フロー試験 ブリーディング試験
(2)初期強度	○ ⁻	◎	圧縮強度試験
(3)長期強度	○ ⁺	○	
(4)収縮抑制	◎	◎	乾燥収縮試験
(5)発熱量抑制	◎	○ ⁺	簡易断熱温度上昇試験
(6)水密性	○	○	透水性試験

◎：顕著な効果有，○⁺：同等あるいは効果有，
○：同等，○⁻：同等あるいは効果減