

フライアッシュⅡ種を細骨材補充材として用いたコンクリートの実験的研究

徳島大学大学院

学生会員○三浦健太

高知高専

正会員

横井克則

大和生コンクリート工業(株)

正会員

原田隆敏

和歌山高専

正会員

三岩敬孝

1. はじめに

フライアッシュ(以下 FA)をセメントの代替材としてコンクリートに混和させると、長期強度の増進及び乾燥収縮の抑制といった改善効果が得られる。しかし、短期強度の低下や中性化の増大といった短所があり、FAの有効利用の妨げとなっている。本研究では、従来の FA コンクリートの短所改善を目標とし、FA をセメント置換ではなく細骨材の一部に補充材として使用し、FA の置換率及び水セメント比(以下 W/C)を変化させたコンクリートの諸性質の検討を行った。

2. 実験方法

2.1 使用材料と配合

セメントは、普通セメント(密度 3.16g/cm³)を使用した。細骨材及び粗骨材は高知県内の石灰石砕砂(密度 2.66g/cm³)、海砂(密度 2.59g/cm³)、硬質石灰石碎石 1505 及び 2015(密度 2.69g/cm³)を使用した。混和材である FAⅡ種(密度 2.31g/cm³)は細骨材補充材として用いた。混和剤はポリカルボン酸系 AE 減水剤、レジン系 AE 調整剤、さらに、FA 置換率が 20%の場合は FA 用としてアニオン及びノニオン系の AE 調整剤を用いた。表-1 に配合及びフレッシュ性状を示す。配合は W/C60%、50%及び 40%の条件で行い、FAⅡ種の細骨材置換率は、細骨材容積の 0%、10%及び 20%とし、全 9 配合とした。配合名の読み方として、N-60-0 と例に説明すると、N は普通セメント使用を示している。中央の数字 60 は W/C を示す。また、末尾の数字 0 は FA の細骨材置換率を示す。全ての配合において目標スランプは 8±2.5cm、目標空気量を 4.5±1.5%と設定しており、混和剤量を調整することで全ての配合で目標値を満足させた。しかし、FA 置換率が 20%になると、W/C50%及び 40%では、AE 調整剤の量を N-60-0 に対して 35 倍～45 倍と多量に添加する必要があった。

2.2 試験方法

練混ぜは、粗骨材、セメント、細骨材及び FA の順に強制 2 軸練りミキサに投入し、2 分間練り混ぜた。コンクリート打設後、養生は 20±2℃の水槽中で所定材齢まで行った。圧縮強度試験は JIS A 1108 に従い、材齢 7、28、91 及び 182 日に圧縮強度を測定した。凍結融解試験は JIS A 1148 (A 法)に従い、30 回ごとに相対動弾性係数を算出し、300 回まで測定した。促進中性化試験は JIS A 1153 に従い、中性化深さを 1、4、8、13 及び 26 週目に測定した。また、長さ変化試験は JIS A 1129-2 に従い、182 日までの長さ変化を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度及び静弾性係数

圧縮強度及び静弾性係数を図-1 に示す。W/C が 60%及び 50%の場合、7 日強度は FA の置換率に関係なくほぼ等しくなっており、短期強度の改善効果がみられる。しかし、W/C40%の場合では、短期強度は置換率 20%の配合が置換率 0%及び 10%に比べて小さくなった。次に、28 日から 91 日にかけての強度の伸びは FA の置換率に比例して増加しているため、FA 使用によるポズラン反応の効果が発揮されていると考えられる。また、圧

表-1 配合及びフレッシュ性状

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)									フレッシュ性状	
			水	セメント	フライアッシュ	S1 砕砂	S2 海砂	G1 1505	G2 2015	AE減水剤 AD	AE調整剤 AE	スランプ (cm)	空気量 (%)
N-60-0	60	46.9	152	253	—	629	270	465	568	2.53	1.0A	9.5	6.0
N-60-10		44.5	140	233	76	789	—	498	608	2.33	5.0A	9.0	4.8
N-60-20		42	152	253	140	646	—	508	620	2.53	5.0A	10.0	3.5
N-50-0	50	45.5	152	304	—	599	257	465	568	3.04	1.0A	9.0	4.5
N-50-10		43.1	146	292	71	740	—	494	604	2.92	7.0A	10.0	4.2
N-50-20		40	163	326	127	586	—	500	612	3.26	35.0A	7.5	3.9
N-40-0	40	41.7	155	388	—	523	224	478	584	3.88	2.0A	10.0	5.3
N-40-10		36.5	155	388	57	592	—	520	636	3.88	9.0A	7.0	5.1
N-40-20		40	180	450	107	492	—	487	595	4.50	45.0A	8.5	5.0

キーワード

フライアッシュⅡ種, 細骨材補充材, 圧縮強度, 促進中性化, 凍結融解抵抗性, 長さ変化

連絡先

〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 TEL&FAX 088-864-5582

縮強度はW/Cが小さくなるほど大きくなるが、N-50-10はN-40-0と比較して圧縮強度は大きくなっている。また、N-60-10及びN-60-20はN-50-0と比較して圧縮強度は大きくなっている。このため、W/Cが大きくなっても、FAを細骨材補充材として使用することにより圧縮強度を確保できている。しかし、N-50-20及びN-40-20は、N-50-10やN-40-10と比較して圧縮強度は小さくなっている。N-50-20及びN-40-20では、微粉量が多く、プラスチックティーの低下による施工性の低下に伴い圧縮強度も低下したと考えられる。一方で、材齢28日における静弾性係数は圧縮強度の増加に関係なく同程度となった。

3.2 凍結融解抵抗性

凍結融解抵抗性を図-2に示す。全配合において相対動弾性係数は80%以上であるため、凍結融解抵抗性は、良好な結果が得られた。さらに、FAを使用することで、若干相対動弾性係数は向上している。

3.3 促進中性化深さ

促進中性化深さの結果を図-3に示す。W/Cが小さくなるほど、促進中性化深さは小さくなっている。特に、W/C 40%のシリーズの促進中性化深さは、ほぼみられない。FAを細骨材補充材として用いた影響としては、W/Cが60%の場合は置換率に関係なく促進中性化深さは同程度となっている。ここで、既往の研究¹⁾においてFAをセメント置換したW/Bが53.4%のコンクリートでは、FAの置換率を20%に増加させると、促進中性化深さは大きくなる傾向にあったが、今回のようにFAを細骨材置換した場合は中性化の抑制に効果があると考えられる。また、W/Cが50%のN-50-20に関しては、N-50-0及びN-50-10と比較して、単位セメント量が多いため、促進中性化深さが小さくなっている。

3.4 長さ変化

長さ変化率を図-4に示す。全配合350 μ 以下となっており、土木学会が定める乾燥後182日目における自己収縮を除いた目安の値1000 μ より十分小さいため、良好な結果といえる。FAを混入させた配合は、FA無混入の配合より長さ変化を抑制できている。その中でもFAの置換率が10%になると、より長さ変化の抑制ができています。これは、FA使用による流動性改善効果により、単位水量の減少が可能となり、長さ変化率の抑制ができたと考えられる。

4. まとめ

- (1) FAを細骨材補充材として用いることで、W/C60%及び50%においては、短期強度及び中性化深さの改善に効果があった。また、凍結融解抵抗性及び長さ変化は、FAを混入させることで若干向上した。
- (2) W/Cが大きくなるほど、FA混入による諸性質の向上及び改善効果が大きくなった。特にW/C60%及び50%で、FAの置換率が10%のとき効果が大きかった。

5. 参考文献 1)久米里沙、横井克則、原田隆敏、田中光浩：フライアッシュの混入率を変化させたコンクリートの諸性質、土木学会四国支部 第14回技術研究発表会講演概要集、pp.304-305、2008

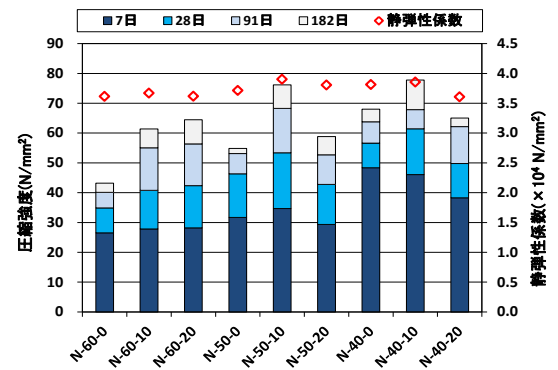


図-1 圧縮強度及び静弾性係数

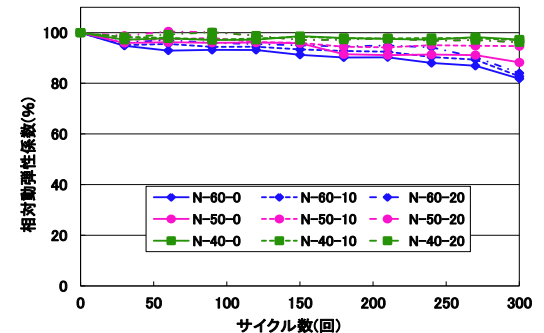


図-2 凍結融解抵抗性

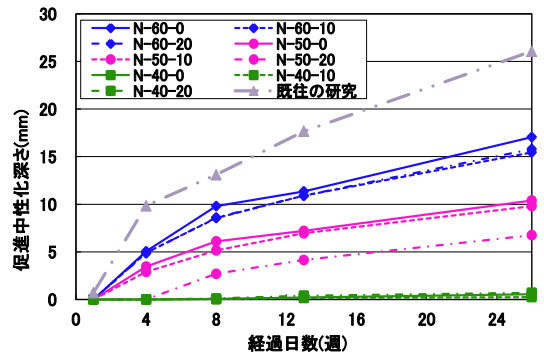


図-3 促進中性化深さ

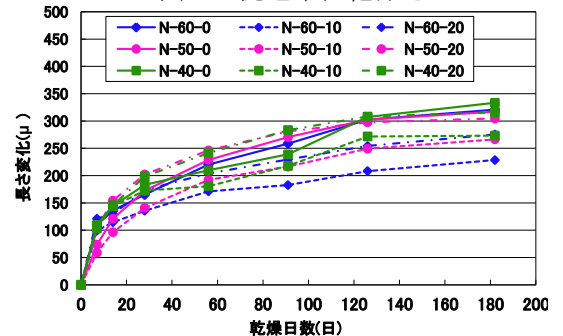


図-4 長さ変化