

フライアッシュコンクリートの耐凍害性向上に関する検討

鹿島建設(株) 正会員 ○橋本 学 フェロー 坂田 昇 正会員 林 大介
 BASFポゾリス(株) 正会員 菅俣 匠 正会員 作榮二郎

1. はじめに

ダムコンクリートで一般に用いられるフライアッシュを用いたコンクリート(以下、フライアッシュコンクリート)は、普通コンクリートに比べ耐凍害性が劣るという報告¹⁾がなされている。その理由として、フライアッシュに含まれる未燃炭素がAE助剤を吸着するためにAE助剤の効果が得られにくく、さらに、連行した空気が経時に伴って減少しやすい²⁾ことが考えられる。そこで、フライアッシュコンクリートの凝結過程における空気量の変化に着目し、硬化後の空気量が耐凍害性に及ぼす影響について検討を行った。

2. 試験概要

(1) 使用材料および配合

使用材料を表-1に示す。本実験では、セメントとしてフライアッシュ30%混入中庸熟ポルトランドセメント(以下MF30)を用いた。使用した細・粗骨材はJIS A 1122により、耐凍害性が確認されたものである。コンクリートは粗骨材最大寸法150mmの配合で練り混ぜ、20mmふるいでウェットスクリーニングしたものを対象とした。表-2に粗骨材最大寸法20mm換算時のコンクリートの配合を示す。なお、換算空気量は粗骨材最大寸法150mmの配合における目標空気量を、それぞれ3.0%、3.5%、4.0%および5.0%として設定した。

(2) 試験方法

本検討では、フレッシュコンクリートの空気量測定、硬化コンクリートの空気量測定および凍結融解試験を行った。フレッシュコンクリートの空気量の測定は、JIS A 1128に準じて測定した。硬化コンクリートの空気量の測定はASTM C 457(リニアトラバース法)に準じ、φ150×300mmの円柱供試体の中心部を厚さ20mmで切断した試験片を用いて測定した。凍結融解試験はJIS A 1148-A法(水中凍結水中融解法)に準じ、凍結融解サイクル300サイクルまで実施した。その際、供試体は100×100×400mmの角柱を3本とし、3本の平均値の相対動弾性係数を算出した。

3. 試験結果および考察

図-1に各配合の20mmふるいでウェットスクリーニングしたフレッシュコンクリートの空気量と硬化コンクリートの空気量の減少量(以下、空気減少量と表記)の関係を示す。図より、フレッシュ時の空気量が6.6%以下の場合、空気減少量が2.5%と非常に大きいことが分かる。これに対して、フレッシュ時の空気量が7.4%以上の場合

表-1 使用材料

種類	記号	摘要
フライアッシュ30%混入 中庸熟ポルトランドセメント	MF30	密度: 2.89g/cm ³ 比表面積: 3.730cm ² /g
細骨材	S	密度: 2.58g/cm ³ (表乾) 吸水率: 1.89%
粗骨材 (20~5mm)	G	密度: 2.64g/cm ³ (表乾) 吸水率: 1.20%
AE減水剤	Ad1	リグニンスルホン酸化合物
AE助剤	Ad2	変性ロソニン酸化合物系 陰イオン界面活性剤
水	W	河川水

表-2 粗骨材最大寸法20mm換算時のコンクリートの配合

配合条件						単位量(kg/m ³)					
配合No.	セメント種類	粗骨材最大寸法(mm)	W/C(%)	換算空気量(%)	目標 ^{*1)} スランプ(cm)	水W	セメントC	細骨材S	粗骨材20~05G	Ad1(C×%)	Ad2 ^{*2)} (A)
No.1	MF30	20	45.2	5.6	3.0	177	391	885	760	1.0	33
No.2				6.5		176	389	875	750	1.0	55
No.3				7.4		175	387	866	742	1.0	70
No.4				9.1		173	383	847	725	1.0	100

*1)40mmふるいでウェットスクリーニングしたコンクリートの目標スランプ

*2)Ad2はセメント質量に対して0.001%を基本量1Aとした。

キーワード: フライアッシュ, 気泡組織, 凍結融解抵抗性, 耐凍害性

連絡先: 〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-489-7099

には、空気減少量が 0.5%程度と比較的小さい。奥野らは³⁾、フライアッシュを用いた場合、所要の空気量を確保するための AE 剤の使用量が増加し、フレッシュコンクリートの経時変化による空気量の減少も大きくなる傾向にあることを示している。今回の実験でも、既往の研究と同様に、フレッシュ時の空気量が 6.6%以下では、硬化後の空気量が大きく減少しており、これはフライアッシュによる AE 剤の吸着作用および気泡安定性の低下が原因であると考えられる。一方、AE 剤の量を増加して、ある一定量以上のフレッシュ時の空気量を確保すれば、上記のフライアッシュによる作用が改善され、空気減少量が少なくなることが明らかとなった。

図-2 に凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係を示す。図に示すように、硬化後の空気量が大幅に減少した配合 No.1 および No.2 は、ともに 300 サイクルで相対動弾性係数が 60%を下回った。これに対して、フレッシュ時の空気量を 7.4%以上として空気減少量が少なかった配合 No.3 および No.4 では、300 サイクルまで相対動弾性係数がほぼ 100%を維持し、高い凍結融解抵抗性を示した。

コンクリート標準示方書 [設計編] では、水セメント比が 45%で空気量が 4~7%の普通コンクリートの場合には、相対動弾性係数を 90%としてよいことが示されている。しかし、今回の実験では、配合 No.1 および No.2 の水セメント比が 45.2%で、フレッシュ時の空気量が 4.9%および 6.6%であったにもかかわらず、凍結融解抵抗性を満足しなかった。配合 No.1 については、硬化後の空気量が 2.4%まで低下したことが原因と考えられるが、配合 No.2 は、硬化後も 4.0%以上確保しており、この理由について考察するために、各配合の気泡分布に着眼した。

図-3 に各配合の気泡分布を示す。図より、配合 No.2 では、フライアッシュを用いたことで、凍結融解抵抗性を確保するために必要とされる気泡径 0.125mm 程度の微細な空気泡が減少していることが確認された。この結果より、配合 No.2 のように硬化後の空気量が 4.0%以上あっても、微細な空気泡を確保していなければ、凍結融解抵抗性を満足しないことが推察される。

4. まとめ

- 1) フライアッシュコンクリートは、フレッシュ時の空気量を従来よりも大きく設定することにより、硬化後の空気量の低下を抑制できることが確認された。
- 2) フライアッシュコンクリートは、AE 助剤等で気泡径 0.125mm 程度の微細な空気を連行することで、凍結融解抵抗性が向上すると推察される。

【参考文献】

- 1) 長瀧重義ほか:フライアッシュを混和したコンクリートの耐凍害性評価,セメントコンクリート論文集,No.41,pp.371-374,1987
- 2) 千歩修ほか:フライアッシュコンクリートの静置による気泡組織・耐凍害性の変化,日本建築学会大会学術講演梗概集,pp.963-964,2004.8
- 3) 奥野亨ほか:フライアッシュを用いたコンクリートの空気連行性について,セメントコンクリート論文集,No.38,pp.150-153,1974

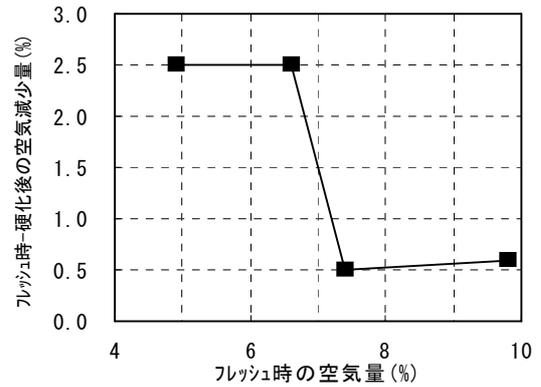


図-1 フレッシュ時の空気量と硬化後の空気減少量の関係

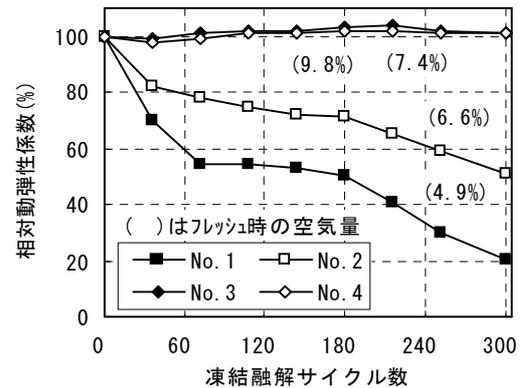


図-2 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係

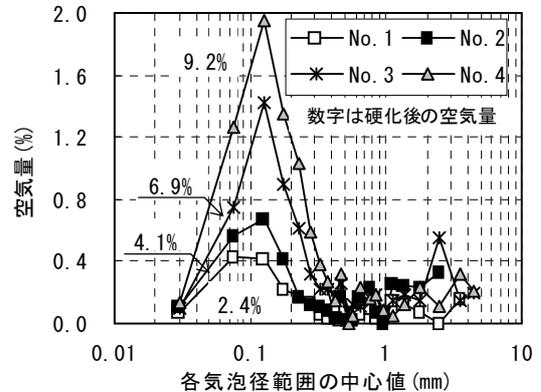


図-3 各配合の気泡分布