

V-285 水溶性高分子を添加したコンクリートの凍結融解抵抗性

鹿島建設技術研究所 正会員 大野 俊 夫

鹿島建設技術研究所 正会員 田沢 雄二郎

1. はじめに

セルロース系やアクリル系などに代表される水溶性高分子をコンクリートに添加することにより、コンクリートの粘稠性や保水性を向上することができ、この特性を用いたコンクリートは、水中での材料分離を生じさせない特殊水中コンクリートや、逆巻工法において下方から打ち継ぐ後行コンクリート等に適用されている。しかしながら、この種のコンクリートはブリージングを抑制していることから内部に含まれる水量が多くなり、これに伴って乾燥収縮量の増加や凍結融解抵抗性の低下が懸念されている。^{1) 2)} 今回、逆巻工法を検討の対象とし、水溶性高分子及びアルミ粉末の添加と、気泡組織、圧縮強度、含水率等との関係を求め、コンクリートの凍結融解抵抗性に関する検討を行ったので報告する。

2. 実験概要

表-1に示す配合を基本として、水溶性高分子の添加量を3水準（W×0，0.3，0.6Wt.%），アルミ粉末の添加量（C×0，0.007，0.015Wt.%）を3水準とし、これらを組み合わせた9配合のコンクリートを検討の対象とした。なお、水溶性高分子を添加した配合では空気量を所定の範囲に調整するため消泡剤を併用し、添加しない場合にはAE助剤を用いて空気量を調整した。

試験項目としては圧縮強度（JIS A 1108），初期容積変化率（ダイヤルゲージによる測定），ブリージング（JIS A 1123），凍結融解試験（ASTM C 666），気泡分布（リニアトラバース法）をとりあげた。また、水溶性高分子を添加した練りませ水ついでB型回転粘度計により粘度の測定を実施した。

3. 実験結果及び考察

表-2に、フレッシュコンクリートの性質及び圧縮強度試験の結果、気泡間隔係数、耐久性指数を示す。図-1に、相対動弾性係数の経時変化を示し、図-2，3に、水溶性高分子及びアルミ粉末を添加した場合の気泡分布を示す。

図-1に示すように、水溶性高分子のみを添加したコンクリートの凍結融解抵抗性は顕著に低下しており、またアルミ粉末を併用した場合には凍結融解抵抗性が改善されている。

コンクリートの凍結融解抵抗性には種々の要因が影響するが、このうち、コンクリート中の気泡分布（気泡間隔係数）や含水率、コンクリートの強度の影響について検討する。

コンクリート中の気泡分布は図-2に示すとおりであり、空気量を同程度に調整してあるが、水溶性高分子の添加は気泡分布にほとんど影響してないこ

表-1 配合表

Gmax (mm)	スランブ の範囲 (cm)	空気量 の範囲 (%)	W/C	S/a	単位量 (kg/m³)			
					W	C	A E 減水剤	流動 化剤
20	20±1.5	4 ± 1	55	48	170	309	0.773	2.24 ¹

水溶性高分子：約20000 C P S（2%・20℃）
セメント：普通ポルトランドセメント（比量3.15）
細骨材：富士川産川砂（比量2.61、吸水率1.80%、F. M. 2.98）
粗骨材：津久井産砕石（2005、比量2.64、F. M. 5.78）

表-2 試験結果

配合 No.	実験要因	まだ固まらないコンクリート					圧縮強度 σ ₂₈ (N/mm ²)	気泡間 隔係数 (μ)	耐久性 ※
-----------	------	---------------	--	--	--	--	---	-------------------	---

※ 初期容積変化率：24時間後の容積変化量を供試体高さで除した値

※ 耐久性指数：300サイクル、相対動弾性係数60%を基準

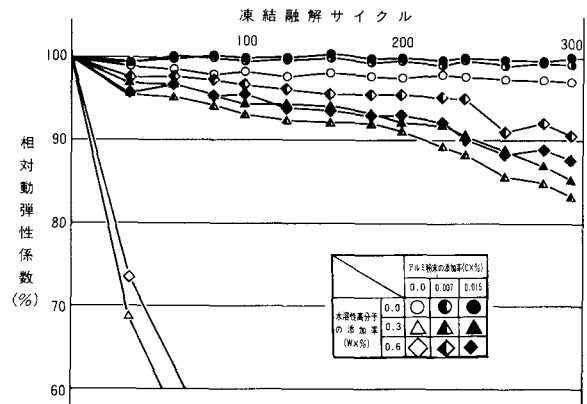


図-1 相対動弾性係数の経時変化

とがわかる。また、図-3から、アルミ粉末の添加によって微細な気泡の数が増加していることがわかる。この傾向は表-2に示す気泡間隔係数の値にも表われており、水溶性高分子のみの添加によっては気泡間隔係数がほとんど変化しないが、アルミ粉末の添加によっては気泡間隔係数が小さくなっている。

図-4に、気泡間隔係数と耐久性指数との関係を示す。同図から、水溶性高分子を添加しない場合には、気泡間隔係数が230 μ 程度であっても凍結融解抵抗性が十分得られるのに対し、水溶性高分子を添加した場合には気泡間隔係数を200 μ 程度以下にしなければ凍結融解抵抗性は満足しないことがわかる。

図-5に、材令28日の圧縮強度と耐久性指数との関係を示す。アルミ粉末を添加することによって気泡が混入され、圧縮強度は低下するが（表-2参照）、同図に示すように圧縮強度が小さい場合においても凍結融解抵抗性は優れており、圧縮強度よりも気泡間隔係数の方が凍結融解抵抗性に影響する度合いが大きいと考えられる。

また、図-6に、コンクリート中の含水率と耐久性指数との関係を示す。この含水率は配合設計上の単位水量、ブリージングによって逸脱する水量と水中養生過程での吸水量から算定したものであり、水溶性高分子を添加した場合には含水率が大きくなっている。水溶性高分子の無添加なもの及び水溶性高分子を添加しても気泡間隔係数が200 μ 以下のものについては、含水率が大きくなると凍結融解抵抗性が低下する傾向にあるが、その程度はわずかなものであった。なお、水溶性高分子を添加した場合には、含水率のほかに包含している毛細管水の性質も凍結融解抵抗性に影響している。T. C. Powersの凍結融解抵抗性に関する水圧説³⁾によれば、毛細管水の粘性が増加した場合には毛細管水の移動を阻害するため、凍結時の間隙水圧が増加するとしているが、表-2に示すように水溶性高分子を添加した場合には練り混ぜ水の粘性が増加しており、このことも凍結融解抵抗性を低下させていると推察される。

4. おわりに

本実験を通して水溶性高分子はコンクリート中に包含する水量を多くし、また、毛細管水の移動を阻害するため凍結融解抵抗性を低下させるが、アルミ粉末等の添加によって気泡間隔係数を200 μ 以下にすれば実用上特に問題のないことが明らかになったが、実工事へのアルミ粉末の適用に当っては圧縮強度の低減や品質管理の方法、施工条件等に留意する必要がある。

【参考文献】

- 1) 田沢、大野：水溶性高分子を添加したコンクリートの乾燥収縮特性、鹿島建設技術研究所年報第36号、昭和63年
- 2) 中里、本橋、大野：水溶性高分子の混和によりブリージングを抑制したコンクリートの性質、第6回コンクリート工学年講論文集、1984
- 3) Powers, T. C. : A Working Hypothesis for Further Studies of Frost Resistans of Concrete, Proc. of ACI, Vol. 41, 1945

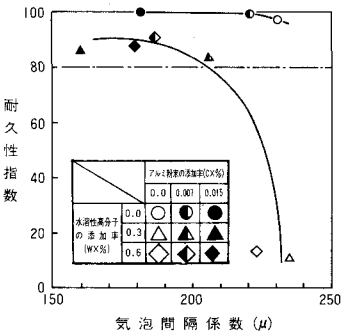


図-4 気泡間隔係数と耐久性指数との関係

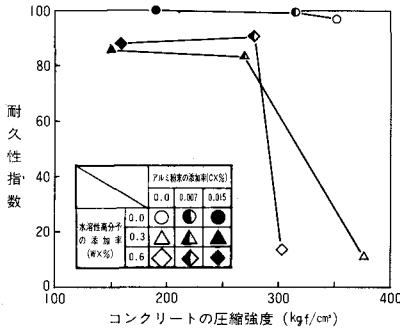


図-5 圧縮強度と耐久性指数との関係

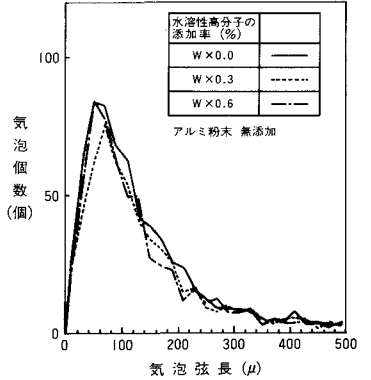


図-2 気泡分布

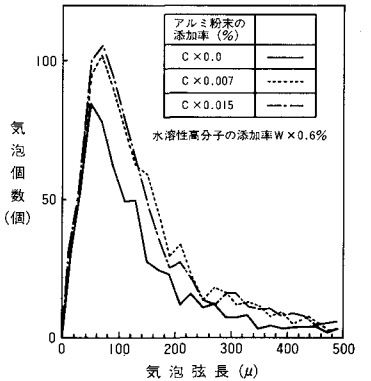


図-3 気泡分布

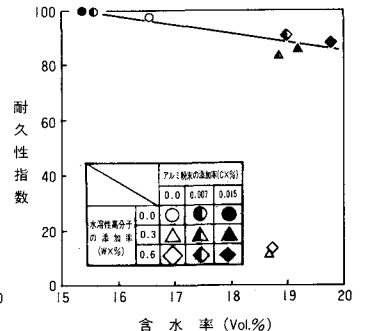


図-6 含水率と耐久性指数との関係