

## のり面用吹付けコンクリートの凍結融解抵抗性

ライト工業株式会社	正会員	庭田 和之
太平洋マテリアル(株)	正会員	杉山 彰徳
岡部株式会社	正会員	斉藤 建三
北海道開発土木研究所	正会員	田口 史雄
首都大学東京	正会員	宇治 公隆

## 1. はじめに

のり面に吹き付けるコンクリート（以下、のり面用吹付けコンクリート）は、鉄筋などの補強材とともにのり面を被覆し、のり面の風化、浸食、さらには小規模崩壊などを防止する目的で用いられる。そのため、のり面用吹付けコンクリートには安定した強度特性と耐久性が要求される。凍結融解抵抗性は、耐久性確保のためにきわめて重要であるが、これまでほとんど検討されていないと言える。そこで、本研究では、のり面用吹付けコンクリートの細骨材の種類、配合などの要因を変えて試験を行い、吹付け状況、圧縮強度及び凍結融解抵抗性について検討した。

## 2. 実験概要

表 - 1 使用材料

## 2.1 使用材料および試験水準

表-1に使用材料を、表-2に試験水準を示す。セメントには普通及び早強ポルトランドセメントの2種類を用い、細骨材には川砂、砕砂、山砂、海砂の4種類を用いた。また、短繊維の混入効果を調べるため、鋼繊維を使用した。

試験は、一般に多く用いられているモルタルで行った。試験水準は、セメント量（基準はOPC400kg/m<sup>3</sup>、セメント量の増減＝細骨材量の減増）、細骨材の種類、鋼繊維の混入の有無、HPCの使用及び凍結融解試験方法（JIS A 1148-2001 A法：水中凍結融解試験方法、B法：気中凍結水中融解試験方法）とした。A法はすべての配合、B法はOPC400kg/m<sup>3</sup>で細骨材としてRSまたはCS+HSを用いた場合の2ケースとした。凍結融解試験用供試体は吹き付けたパネルの内部から切り出した。配合時の水セメント比は、事前試験により吐出状況を確認して決定した。

## 2.2 試験項目

試験開始材齢は28日とした。供試体切出し用のパネル型枠及び吹付け方法はJSCE-F561-1999に準拠し、吹付け勾配は60度とした。なお、モルタルがだれないように金網を設置して吹き付けた。モルタルを吹き付けたパネル型

枠をシートで覆い7日間養生した。その後、パネル型枠を脱型し、10×10×40 cmの凍結融解試験供試体及び5×10 cmのコア供試体を採取し、材齢28日まで水中養生（20 ）を行った。

材料	記号	仕様	密度 (g/cm <sup>3</sup> )
セメント	OPC	普通ポルトランドセメント	3.15
	HPC	早強ポルトランドセメント	3.13
細骨材	RS	川砂(F.M.:2.71,吸水率:1.66%)	2.58
	CS	砕砂(F.M.:2.81,吸水率:1.96%)	2.62
	HS	山砂(F.M.:2.69,吸水率:1.61%)	2.74
	SS	海砂(F.M.:2.71,吸水率:1.00%)	2.62
鋼繊維	SF	繊維長:30mm	7.85

表 - 2 試験水準

水準 No.	W/C (%)	セメント種類	単位セメント量 (kg/m <sup>3</sup> )	細骨材種類	SF (kg/m <sup>3</sup> )	凍結融解試験法
1	56	OPC	400	RS	-	A
2	56	OPC	400	RS	-	B
3	60	OPC	360	RS	-	A
4	54	OPC	430	RS	-	A
5	58	OPC	400	CS+HS	-	A
6	58	OPC	400	CS+HS	-	B
7	48	OPC	400	SS	-	A
8	56	OPC	400	RS	80	A
9	56	HPC	400	RS	-	A

キーワード：のり面用吹付けコンクリート、凍結融解抵抗性、吹付け状況

連絡先：〒102-8236 東京都千代田区九段北4-2-35

Tel.03-3265-2454 Fax.03-3221-5929

## 3. 試験結果

表-3に吹付け状況及び圧縮強度、表-4に耐久性指数、図-1、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。

## 3.1 単位セメント量の影響(水準 No. 1 (2), 3, 4)

## モルタル吐出状況

単位セメント量 400(No.1)及び 360kg/m<sup>3</sup>(No.3)の場合はマテリアルホースが脈動することなくモルタルがスムーズに吐出されたが、430 kg/m<sup>3</sup>(No.4)の場合にはホースに脈動がみられ、材料の吐出が不連続でスムーズに吹付けが行えなかった。そのため、パネル型枠へのモルタル吹付け時間は、単位セメント量 400 kg/m<sup>3</sup>の場合に比べて3倍程度要した。

## 圧縮強度

単位セメント量 430kg/m<sup>3</sup>(No.4)のモルタルは、400(No.1)及び 360kg/m<sup>3</sup>(No.3)よりも 1.40、1.46 倍高い圧縮強度を示した。

## 凍結融解抵抗性

耐久性指数は、3つの水準いずれも 60 以上の値を示したものの、単位セメント量の減少に伴い低下する傾向が認められた。したがって、この範囲ではセメント量が多いほど凍結融解抵抗性が向上すると言える。なお、B法(No.2)の耐久性指数は98となり、A法(No.1)と比較して高い値を示している。

## 3.2 細骨材種類の違い(水準 No. 1, 5 (6), 7)

## モルタル吐出状況

砕砂と山砂の混合砂(No.5)及び海砂(No.7)を使用した場合、マテリアルホースの脈動は見られなかったものの、川砂(No.1)の場合に比べて材料の吐出にやや不連続性が認められた。

## 圧縮強度

混合砂(No.5)及び海砂(No.7)を使用した場合、川砂(No.1)の場合よりも 10N/mm<sup>2</sup>程度高い圧縮強度を示した。

## 凍結融解抵抗性

混合砂(No.5)を使用した場合の耐久性指数は、川砂(No.1)の場合よりも 10 高い数値が得られた。海砂(No.7)の場合は 150 サイクル程度から相対動弾性係数の低下が顕著となり、耐久性指数は 48 となった。混合砂の B 法(No.6)は耐久性指数 99 が得られた。

## 3.3 鋼繊維及び早強セメントの影響(水準 No. 1, 8, 9)

鋼繊維を混入した場合(No.8)は、耐久性指数 99 を示し、早強ポルトランドセメントを使用した場合(No.9)も 92 を示し、両方とも基準配合(No.1)よりも高い凍結融解抵抗性が認められた。

## 4. まとめ

単位セメント量 400 kg/m<sup>3</sup>で細骨材として川砂や混合砂を用いた配合は、標準的な施工範囲においては、良好な吹付け施工性を有し、吹き付けたモルタルの圧縮強度や凍結融解抵抗性も充分であると考えられる。また、本実験の範囲内では、海砂を用いた場合の凍結融解抵抗性が、川砂や混合砂を用いた場合に比べて劣る結果であった。

〔謝辞〕本実験の実施にあたりご指導頂きました北海道大学・名和豊春教授に深く感謝いたします。

表 - 3 吹付け状況及び圧縮強度

水準 No.	吐出状況	型枠打設時間(秒)	圧縮強度(N/mm <sup>2</sup> )	
			7日	28日
1,2	スムーズ	80	21.0	36.1
3	スムーズ	80	18.7	37.5
4	脈動あり	220	30.8	52.6
5,6	やや不連続	150	23.6	45.3
7	やや不連続	160	30.4	48.0
8	スムーズ	100	29.2	50.0
9	スムーズ	100	34.1	47.6

表 - 4 耐久性指数

水準 No.	凍結融解試験法	耐久性指数
1	A	79
2	B	98
3	A	60
4	A	98
5	A	89
6	B	99
7	A	48
8	A	99
9	A	92

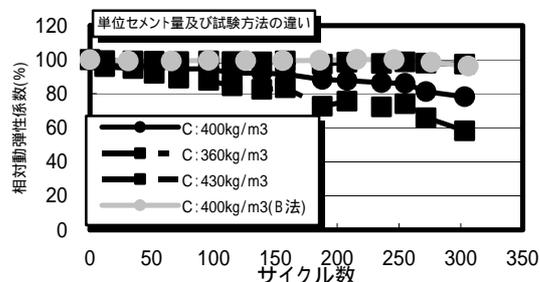


図 - 1 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係

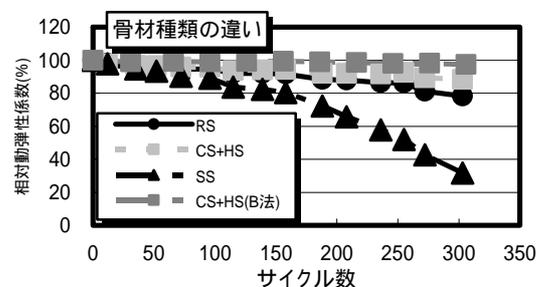


図 - 2 凍結融解サイクル数と相対動弾性係数の関係