吹付けモルタルの耐凍害性の改善試験

電気化学工業㈱　セメント・特混研究所　　正会員　○中島　康宏
電気化学工業㈱　セメント・特混研究所　　寺島　勲
電気化学工業㈱　セメント・特混研究所　　正会員　　石田　積

１．はじめに

吹付けコンクリートはトンネルや法面等の地山を支保するために使用されている。吹き付けたコンクリートに含有される空気量は 2～3%に収束するとの報告があり[1)]、凍結融解の繰り返し作用を受ける法面では、凍害による耐久性の低下が懸念される。対策として、吹き付けても消失しない空気（中空微小球体）を導入し、耐凍結融解性を向上させる試みが報告されている[2)]。本報告では、粘弾性調整剤[3)]を加えて作業性と施工効率を向上した法面吹付けモルタルに、AE 剤、および中空セルからなる耐凍害性向上材を添加し、吹付け前のベースモルタルと吹付け後の吹付けモルタルとで耐凍害性を比較した結果を報告する。

２．実験概要

２．１　使用材料および配合

本試験で使用した吹付けモルタルの材料を表－１に、配合を表－２にそれぞれ示す。

２．２　吹付け設備

吹付けは湿式吹付け方式とし、スクイズポンプを使用して 1.6m³/h で圧送したモルタルに、Y 字管からエアを 6.5m³/min で導入し、20m エア搬送した。ノズル手前 40cm で粘弾性調整剤を対セメント 3wt%混合して吹き付けた。

２．３　試験ケース

各配合条件を表－３に示す。便宜上、サンプルの採取時期が吹付け前のものをベースモルタル、吹付け後のものを吹付けモルタルとする。No.2 は AE 剤を添加し、No.3 は耐凍害性向上材を 1.5vol%添加した。ベースモルタルは、粘弾性調整剤を混和せず、吹付けモルタルは粘弾性調整剤を混和した。

２．４　試験項目および試験方法

表－４に試験項目および試験方法を示す。

表－１　使用材料

材料	名称	備考
セメント	普通ポルトランドセメント	密度 3.15g/cm³
砂	新潟県姫川産川砂	FM 値=2.8、密度 2.61g/cm³
減水剤	高性能減水剤	ポリカルボン酸系
AE 剤	－	アルキルアリルスルホン酸化合物
混和材	粘弾性調整剤	アクリル系液体、10 倍希釈液
	耐凍害性向上材	ポリマー粉末、密度 0.2g/cm³

表－２　モルタル配合

W/C (%)	単位量(kg/m³)			
	水	セメント	砂	減水剤
52	247	475	1568	適宜 (C×0.8~1.0wt%)

表－３　試験ケース

試験 No.	サンプル採取時期	粘弾性調整剤 (C×wt%)	AE 剤 (C×wt%)	耐凍害性向上材 (モルタル×vol%)
1-1	吹付け前	－	－	－
1-2	吹付け後	3.0		
2-1	吹付け前	－	0.02	－
2-2	吹付け後	3.0		
3-1	吹付け前	－	－	1.5
3-2	吹付け後	3.0		

表－４　試験項目及び試験方法

試験項目	サンプル採取時期	供試体作成方法	供試体サイズ (cm)	試験方法
空気量	吹付け前	吹付け前のベースモルタルのみ測定	－	JIS A 1128 に準拠
	吹付け後	－	－	
圧縮強度	吹付け前	型枠に採取	φ5×10	JIS A 1108 に準拠
	吹付け後	吹付けから 5 日後にブロックよりコアリング	φ5.5×11	
凍結融解	吹付け前	型枠に採取	10×10×40	JIS A 1148 に準拠
	吹付け後	吹付けから 5 日後にブロックより切り出し		

キーワード　吹付けモルタル、耐久性、凍結融解、空気量
連絡先　　〒949-0393　新潟県西頚城郡青海町青海 2209　TEL:0255-62-6311　FAX:0255-62-6115

３．実験結果

３．１　フレッシュ性状

表－５に粘弾性調整剤を添加していないベースモルタルのフレッシュ性状を示す。No.1 は AE 剤や耐凍害性向上材を添加せず、空気量は 3.5%である。No.2 の AE 剤を添加したものは 8.7%、No.3 の耐凍害性向上材を添加したものは 10.0%である。

表－５　モルタルのフレッシュ性状

試験 No.	モルタル温度 (℃)	スランプ (cm)	エア (%)
1	20.5	22.0	3.5
2	22.0	21.5	8.7
3	20.0	24.0	10.0

３．２　圧縮強度試験結果

図.1 に吹付けモルタルの圧縮強度試験結果を示す。28 日強度は 24～33N/mm² となった。AE 剤を添加した No.2-2 が高い強度を示しており、No.1-2 と耐凍害性向上剤を使用した 3-2 が同等の強度発現性となった。

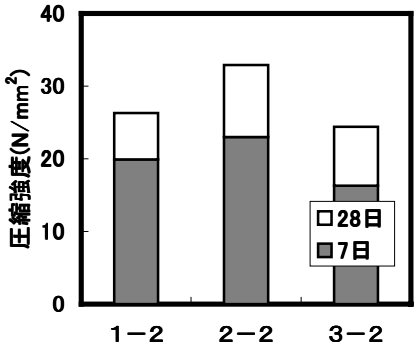

図.1　圧縮強度試験結果（吹付けモルタル）

３．３　凍結融解試験結果

図.2 にベースモルタルの凍結融解試験結果を、図.3 に吹付けモルタルの測定結果をそれぞれ示す。一般に凍結融解サイクルが 300 回の時点で、相対動弾性係数が 60%以上であれば十分な耐凍結融解性を有すると言われている。図.2 よりベースモルタルを比較すると、AE 剤を添加した No.2-1 と耐凍害性向上材を添加した 3-1 が高い相対動弾性係数を示しており、300 サイクル後の相対動弾性係数は 90%以上である。No.1-1 は 120 サイクルに達する前に相対動弾性係数が 60%以下となった。一方、図.3 に示すように吹き付けモルタルで高い相対動弾性係数を示したものは、耐凍害性向上材を添加した No.3-2 で、300 サイクル後の相対動弾性 95.3%である。ベースモルタルと吹付けモルタルを比較すると、AE 剤を添加したものは、ベースモルタルで高い相対動弾性係数を示したが、吹付けモルタルでは No.2-2 に示すように 240 サイクルで相対動弾性係数 60%以下となった。AE 剤を添加したものは、吹き付けると耐凍結融解に有効な空気が消失し、耐凍害性が低下したと推察される。

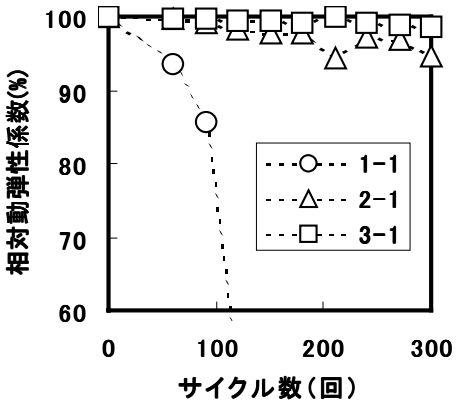

図.2　凍結融解試験結果（ベースモルタル）

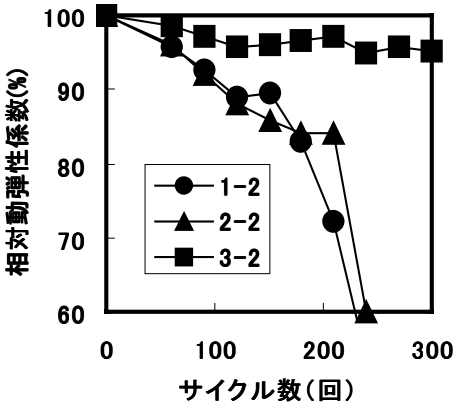

図.3　凍結融解試験結果（吹付けモルタル）

４．まとめ

AE 剤、もしくは耐凍害性向上材を使用したモルタルにて、ベースモルタルと粘性調整剤を添加した吹付けモルタルとの耐凍結融解性を評価し以下の結果が得られた。

（１）AE 剤を添加したモルタルは、吹き付けると、凍結融解 240 サイクルで相対動弾性係数 60%以下となり、耐凍害性が低下した。

（２）耐凍害性向上材を添加したモルタルは、吹き付けても凍結融解 300 サイクルでの相対動弾性係数は 95.3%となり、耐凍害性に優れる。

【参考文献】

１）伊藤正憲ほか：吹付けコンクリートにおける圧送前後の品質変化に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.2、pp1369-1374、2000

２）橘大介：使用材料および配合が吹付けコンクリートの品質に及ぼす影響、コンクリート工学論文集、第 8 巻第 2 号、pp61-72、1997

３）中島康宏ほか：粘弾性調整剤を使用したモルタルの物性、コンクリート工学年次論文集、Vol.24、No.1、pp183-188、2002