

V-330

収縮低減剤を用いたコンクリートの長期性状

日本セメント(株)中央研究所 正会員 鈴木 孝司
 日本セメント(株)中央研究所 正会員 富田 六郎
 日本セメント(株)中央研究所 正会員 下山 善秀
 日本セメント(株)中央研究所 正会員 田中 敏嗣

1. まえがき

有機質収縮低減剤(以下収縮低減剤とよぶ)を用いたコンクリートが、長期的に乾燥収縮の低減効果を維持することは認められている¹⁾。その結果、特にコンクリートの表層部での欠陥の発生を防止し、結果的に長期の強度性状が比較的良好的な結果を示すこと²⁾、また中性化の低減に寄与すること³⁾が報告されている。しかし、コンクリート中の鋼材の発錆を含めて、自然暴露条件下で長期的に中性化を検討した報告は見られない。ここでは、収縮低減剤を混和したコンクリートを屋内および屋外に8年間暴露したときの中性化、鉄筋の発錆および圧縮強度について報告する。

表-1 コンクリートの配合条件

収縮低減剤		単位セメント量(kg/m ³)		
種類	量(kg/m ³)	240	300	360
A	0	○	○	○
	14.0	○	○	○
B	0	—	○	○
	7.5	—	○	○

*注)スランブは12cm、空気量は5%とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料:セメントは普通ポルトランドセメントを、収縮低減剤は低級アルコールアルキレンオキッド付加物を主成分とする市販の2種類(以下A、Bと示す)を単位水量の内割りで用いた。細骨材は富士川産川砂(比重:2.62、粗粒率:3.00)を、粗骨材は硬質砂岩碎石(比重:2.64、粗粒率:6.85)を用いた。混和剤は、AE減水剤(主成分:リグニンスルホン酸化合物)およびAE助剤(主成分:アルキルアリルスルホン酸塩)を用いた。

表-2 各評価項目試験材令

暴露環境		屋外				屋内	
試験材令(年)		0.5	1	3	8	1	8
評価項目	1.中性化	○	○	○	○	○	○
	2.鉄筋の発錆面積率	—	○	—	○	○	○
	3.圧縮強度	○	○	—	○	○	○

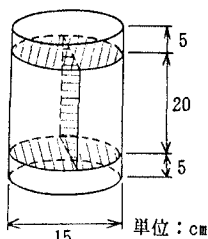
2.2 配合:配合条件を表-1に示す。

2.3 養生方法:供試体は成形後1~2日で脱型、以後材令2週まで水中養生を行い、その後屋外および屋内暴露(20℃、60%RH)を行った。

2.4 試験項目および方法: a. 中性化深さ

:φ15cm×30cmの円柱供試体を図-1に示すようにコンクリートカッターで切断し、その切断面にフェノールフタレイン液(1%溶液、JIS K8006に基づく)を噴霧し中性化部分を識別した。 b. 鉄筋の発錆面積率:図-2に示すように、10cm×10cm×40cmのはり型供試体にかぶり厚さを15mm~30mmとり、φ9mm(長さ39cm)の磨き鋼棒を4本埋設した。所定材令に鉄筋を取り出し、発錆部をセロファン紙に写し発錆部面積を測定し、鉄筋表面積で除し発錆面積率を算出した。 c. 圧縮強度:φ10cm×20cmの円柱供試体を用い、JIS A 1132およびJIS A1108に基づき試験した。

2.5 試験材令:表-2に示す材令で試験を行った。



(斜線部にフェノールフタレインを噴霧)
 図-1 中性化試験体

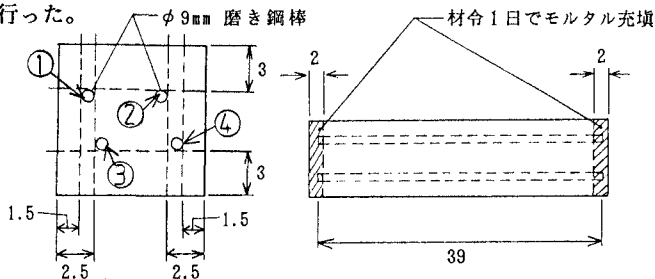


図-2 鉄筋の発錆率試験体 単位:cm

3. 実験結果および考察

a. 中性化深さ: 表-3に中性化深さ試験結果を示す。表-3より屋外暴露環境下で富配合のものは、中性化深さに大きな差は認められない。これに対し、セメント量が240~300kg/m³のものは、いずれの条件も収縮低減剤を混和した場合の中性化深さが明らかに小さい。屋内暴露環境下では、収縮低減剤Bを混和することによる中性化深さの差は見られない。また、貧配合のコンクリートで収縮低減剤Aを混和したものは中性化深さが小さくなる。この理由としては、収縮低減剤Aを混和したことで特に表層部の欠陥が少なくなったためと考えられる。b. 鉄筋の発錆面積率: 表-4に鉄筋の発錆面積率試験結果

表-3 中性化深さ試験結果

単位: cm

種類	単位セメント量 (kg/m ³)	混和量 (kg/m ³)	屋外暴露				屋内暴露	
			0.5年	1年	3年	8年	1年	8年
A	240	0	0.27	0.34	0.55	0.88	0.39	1.69
		14.0	0.12	0.13	0.23	0.60	0.27	1.28
	300	0	0	0.11	0.12	0.22	0.14	0.66
		14.0	0	0	0.04	0.14	0.05	0.48
	360	0	0	0	0.02	0.06	0.04	0.40
		14.0	0	0	0	0.02	0.03	0.36
B	300	0	-	0.10	-	0.30	0.06	0.68
		7.5	-	0.06	-	0.16	0.08	0.64
	360	0	-	0.04	-	0.02	0.04	0.22
		7.5	-	0.04	-	0.02	0.03	0.34

表-4 鉄筋の発錆面積率試験結果

単位: %

種類	単位セメント量 (kg/m ³)	混和量 (kg/m ³)	屋外暴露								屋内暴露								
			1年				8年				1年				8年				
			①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	①	②	③	④	
A	240	0	0	0	0	0	11.6	14.4	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		14.0	0	0	0	0	0.4	0.1	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	300	0	0	0	0	0	41.0	38.2	0.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	360	0	0	0	0	0	0.1	10.0	1.7	0.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		14.0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B	300	0	0	0.1	0	0	46.9	39.5	20.8	0.2	0	26.4	4.9	0	35.4	40.5	9.4	17.7	
		7.5	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	19.1	6.5	0.1	0.1	16.4	3.4	0	0.4
	360	0	0.1	35.1	1.3	0.1	38.2	34.6	2.7	0	0.1	41.3	0.1	0.1	33.0	37.9	2.9	26.4	
		7.5	0	7.0	2.5	1.4	0	1.3	0.6	0	0.1	5.3	0.2	2.1	19.3	0.5	8.4	2.2	

を示す。表-4よりAとBの収縮低減剤を用いた場合で発錆面積率に差が認められるが、これは成形時の条件が異なったためと考えられる。また、収縮低減剤の種類による発錆面積率の差は明らかである。錆を生じている条件での中性化は最大でも1cm以下でかぶり厚さに到達していない。このことから、収縮低減剤を混和することによる鉄筋の発錆面積率の減少は、

表-5 圧縮強度試験結果

単位: kgf/cm²

種類	単位セメント量 (kg/m ³)	混和量 (kg/m ³)	標準養生 28日	屋外暴露			屋内暴露	
				0.5年	1年	8年	1年	8年
A	240	0	207	288	310	285	220	247
		14.0	196	274	287	287	248	250
	300	0	348	420	455	424	372	344
		14.0	319	419	430	456	402	384
	360	0	421	521	529	484	467	401
		14.0	375	494	501	502	473	449
B	300	0	352	434	440	435	384	342
		7.5	375	466	459	471	459	424
	360	0	427	534	534	509	503	388
		7.5	466	597	603	616	603	551

中性化の減少効果だけではないことがわかる。このメカニズムについては、今後解明していく予定である。さらに、鉄筋の埋設位置により発錆率に差があり、ほとんどの錆は鉄筋下面に認められた。これは従来よりいわれる通り⁴⁾、コンクリート打設時におけるブリージングの影響と考えられる。c. 圧縮強度: 表-5に圧縮強度試験結果を示す。収縮低減剤Aを混和したものは初期材令における強度が基準よりもわずかに低下しており、このことは従来から指摘されている。屋外暴露においては、収縮低減剤を無混和のものは8年材令で1年材令時の強度と比較して平均で約6%低下するのに対して、収縮低減剤を混和したものは約2%増加している。このように、収縮低減剤をコンクリートに混和することは、自然条件下に暴露されるコンクリートの強度を維持する上で有効であるといえる。

4. まとめ

収縮低減剤を混和したコンクリートの8年間暴露の結果をまとめると以下のようである。①中性化深さを低減できる。②鉄筋の腐食を低減する。③圧縮強度の低下を抑制する。

【参考文献】1)富田:土木学会論文集, No.433(1991) 2)藤原、富田、下山:第10回コンクリート工学年次講演会論文報告集(1989) 3)浦野ほか:高耐久性コンクリートの開発研究、日本建築学会大会学術講演集梗概集(1987) 4)左右田、山崎:コンクリートの中性化と鉄筋のさびに関する20年試験、セメント技術年報12(1958)