

東北大学 学生員 ○松本 明人

東北大学 正 員 三浦 尚

宮城県庁 正 員 加藤 鎌之

1. まえがき

人工軽量骨材を用いることによりコンクリートの大幅な軽量化が可能となるため、現在、人工軽量骨材を用いた高強度軽量コンクリートのコンクリート浮遊構造物での使用が考えられている。しかし、元々人工軽量骨材コンクリートは耐凍害性が劣るという欠点があるため、寒冷地における軽量コンクリートの使用には大きな問題がある。そこで本研究では、高強度の軽量コンクリートの耐凍害性向上のために、硬化したコンクリート表面の防水処理、及び人工軽量骨材表面の防水処理の2点から行なった種々の対策について、それらの耐凍害性向上の効果を調べたものである。

2. 使用材料

粗骨材には非造粒型の人工軽量骨材(比重1.28 吸水率10%)、細骨材には宮城県白石川産川砂(比重2.52 吸水率2.92%)、セメントには早強ポルトランドセメントを使用した。混和剤として高性能減水剤とAE剤を併用した。

3. 供試体の概要及びコンクリートの配合

実験Ⅰでは、硬化したコンクリート表面に防水処理を施した供試体、実験Ⅱでは、人工軽量骨材表面に防水処理を施した供試体を対象とした。コンクリートの配合を表1に、供試体の概略を表2に示す。なお、実験Ⅰでは配合Ⅰ、実験Ⅱでは配合Ⅱのコンクリートを用いた。但し、No.Ⅱ-2は配合Ⅰのコンクリートを用いた。

実験では10×10×40cmの角柱供試体を用い、打設後約24時間で脱型し、21±3℃の恒温水槽で材齢7日まで水中養生を行なった。実験Ⅰのペンキ塗布の方法は、供試体を乾燥機(110℃)で乾燥(3日間又は7日間)後、室温にしてから、表面に塩化ビニル樹脂系のペンキを数度塗布し、3日間室内で乾燥した。ポリマー含浸の方法は、供試体を乾燥機で乾燥後、室温にしてから、4時間含浸材を含浸させ、

その後約60℃の水中で5時間重合させ、3日間室内で乾燥した。表3に含浸材の配合を示す。実験Ⅱにおけるペンキ塗布の方法は、骨材を乾燥機で絶乾状態にし、室温にしてから、ペンキを塗布し、室内でペンキを乾した。ポリマー含浸の方法は、骨材を乾燥機で絶乾にし、室温にしてから実験Ⅰと同様にしてポリマーを含浸させ、その後室内で約3週間乾燥させた。No.Ⅱ-5のセメントペースト塗布の方法は、骨材を乾燥機で絶乾にしたあと、熱い状態(約100℃)で $\phi=100\%$ のセメントペースト中に投げ込み、余分なセメントペーストを切ったあと、約3週間室内で乾燥した。No.Ⅱ-6、7のセメントペースト塗布の方法は、骨材絶乾後、熱い状態で $\phi=30\%$ のセメントペーストをかけ、余分なセメントペーストを切ったあと、室内で乾燥(1日又は3日間)させ、練混ぜ直前に骨材表

表1. コンクリートの配合

No.	Air (%)	w/c (%)	s/g (%)	単 位 量 (kg)			
				W	C	S	G
I	4±0.5	28	35	125	446	611	738
II	4±0.5	30	35	129	431	611	738

(混和剤は各バッチで量を変えた。)

表2. 供試体の概略及び圧縮強度

	No.	処 理 内 容	圧縮強度 MPa (kg/cm ²)
実 験 Ⅰ	I-1	処理せず(水中養生のみ)	440
	I-2	処理せず(7日間乾燥機で乾燥したまま)	532
	I-3	3日間乾燥のあとペンキ塗布	538
	I-4	7日間乾燥のあとペンキ塗布	538
	I-5	3日間乾燥のあとポリマー含浸	569
	I-6	7日間乾燥のあとポリマー含浸	540
実 験 Ⅱ	II-1	処理せず(水中養生のみ)	438
	II-2	骨材絶乾のまま処理せずに打設	495
	II-3	骨材絶乾後、骨材表面にペンキ塗布	360
	II-4	骨材絶乾後、骨材にポリマー含浸	458
	II-5	骨材絶乾後、骨材表面にセメントペースト塗布	473
	II-6	骨材絶乾後セメントペースト塗布し気乾(1日)練混ぜ直前吸水	431
	II-7	骨材絶乾後セメントペースト塗布し気乾(3日)練混ぜ直前吸水	409

表3. 含浸材の配合

St	TMPTMA	AIBN	Silane
90	10	1	1

St: スタレンモノマー(モノマー)
 TMPTMA: トリメチロールプロパントリメタクリレート(架橋剤)
 AIBN: 2-アゼビスイソブチロニトリル(触媒)
 Silane: シランカップリング剤(カップリング剤)

面を乾いた部分がなくなるまで水で一様に濡らした。

なお試験開始時の圧縮強度を表2に示す。No.Ⅱ-3の強度が低いのは、塗布したペンキとモルタルの付着が悪いためであらうと思われる。

4、凍結融解試験方法

凍結融解試験は、ASTMの「水中における急速凍結に対するコンクリート供試体の抵抗試験方法」に準じて行なった。供試体のたわみ一次共振周波数と重量を30サイクルごとに測定し、各サイクルにおける相対動弾性係数、及び重量変化率を求めた。測定はそれぞれの供試体のたわみ一次共振周波数が測定不能になるか、300サイクルに達するまで行なった。

5、試験結果

表4、図1に相対動弾性係数試験結果を示す。実験Ⅰの供試体はいずれも急激に破壊しており、破壊は骨材中の水圧によるものと思われる網目状のひびわれや割裂が発生した。No.Ⅱ-3～7の値はほとんど低下しなかった。

表5、図2に重量変化率試験結果を示す。ほとんどの供試体で重量が増加している。これらは供試体表面のモルタルの剥落が少なく、供試体に取り込んだ水の量がある程度示していると思われる。No.Ⅱ-5は打設面の表面が剥落したため重量が減少している。剥落は打設の際、骨材に塗布したセメントペーストが吸水し、ワーカビリティが低下し、表面が十分に締固められなかったためと考えられる。ワーカビリティ改善のため、練混ぜ直前に骨材表面を濡らしたNo.Ⅱ-6、7では、打設表面の剥落は減り、重量変化率も小さくなっている。相対動弾性係数と同様に、No.Ⅱ-3～7においては重量変化率も小さい。

以上の結果より、硬化したコンクリートに対する防水処理ではいずれも耐凍害性は向上せず、骨材表面に対する防水処理が耐凍害性向上に大きな効果があった。特にポリマー含浸骨材を用いたものが良い結果であった。

6、まとめ

軽量コンクリートの耐凍害性向上には、骨材表面に防水処理を行なうことが効果的であることがわかった。この結果は、高強度コンクリートだけでなく、寒冷地における普通強度の軽量コンクリートにも適用出来るものと思われる。今後は、この結果を更に実用的にするため、セメントペーストの塗布の方法を改良してゆく必要がある。

表4、相対動弾性係数試験結果

No.	相 対 動 弾 性 係 数 (%)									
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Ⅰ	I-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-2	107	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-4	97	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-6	99	96	—	—	—	—	—	—	—
Ⅱ	Ⅱ-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ⅱ-2	95	83	—	—	—	—	—	—	—
	Ⅱ-3	99	101	101	97	95	97	92	92	93
	Ⅱ-4	101	102	101	100	99	99	96	95	95
	Ⅱ-5	100	100	100	99	101	101	100	98	98
	Ⅱ-6	102	99	101	98	99	97	100	97	96
	Ⅱ-7	99	98	99	97	96	96	98	96	94

※は294サイクルでの測定値

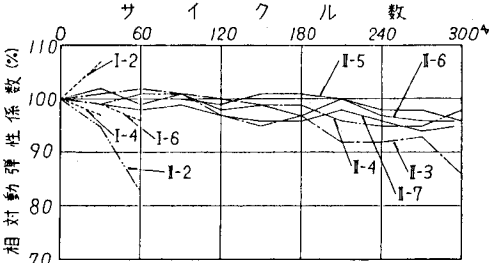


図1、相対動弾性係数試験結果

表5、重量変化率試験結果

No.	重 量 増 加 率 (%)									
	30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
Ⅰ	I-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-2	309	476	—	—	—	—	—	—	—
	I-3	316	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-4	049	216	—	—	—	—	—	—	—
	I-5	314	—	—	—	—	—	—	—	—
	I-6	078	133	303	—	—	—	—	—	—
Ⅱ	Ⅱ-1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ⅱ-2	029	110	243	—	—	—	—	—	—
	Ⅱ-3	008	025	046	051	047	069	087	122	159
	Ⅱ-4	013	025	027	034	043	035	033	038	047
	Ⅱ-5	006	006	008	025	034	044	095	103	104
	Ⅱ-6	010	022	026	025	027	033	017	001	018
	Ⅱ-7	014	033	039	036	038	037	020	004	014

※は294サイクルでの測定値

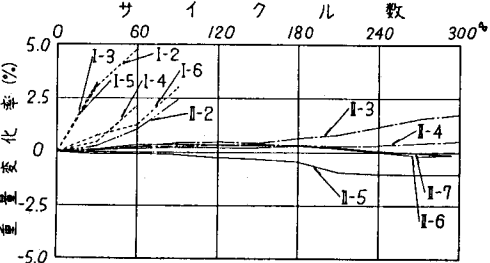


図2、重量変化率試験結果