

凍結融解作用を受ける軽量コンクリートの吸水挙動と耐凍害性の関係について

北見工業大学大学院
ドーピー建設工業（株）
北見工業大学
北見工業大学

学生員 ○毛 継沢
正会員 松井 敏二
正会員 猪狩平三郎
フェロー 鮎田 耕一

1. 研究目的

軽量コンクリートの耐凍害性は普通コンクリートに比べて一般に劣り、寒冷地における軽量コンクリート構造物普及の障害となっている。軽量コンクリートの耐凍害性に影響を及ぼす要因については、水中における急速凍結融解試験などによって多くの検討がなされており、使用する軽量骨材の含水率を低くすれば、耐凍害性は向上すること¹⁻³⁾などが明らかにされている。しかし、水中で凍結融解作用を受けている間の軽量コンクリートの吸水挙動、またそれと耐凍害性の関係については十分に解明されていない。そこで本研究では、含水率の異なる軽量粗骨材を用いたコンクリートの水中急速凍結融解試験及び浸水試験を行い、凍結融解作用を受ける軽量コンクリートの吸水挙動と耐凍害性の関係について検討した。

2. 実験内容

2.1 使用材料及び配合

非造粒型軽量粗骨材（絶乾密度 1.26g/cm³、最大寸法 15mm）を用い、練混ぜ前の含水率を 0%（絶対乾燥）、10%、15%、20%及び 30%の 5 水準とし、骨材の表面水を吸水性の布で拭き取ってから使用した。コンクリートの配合を表-1 に示す。細骨材は表面乾燥飽水状態で使用した。コンクリートのスランブが 8.0±2.0cm、空気量が 5.5±1.5%となるように高性能 AE 減水剤及び AE 助剤の添加量を設定した。

表-1 配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)			G(軽量粗骨材)		
		W	C	S	単位量(L/m ³)	含水率(%)	
						目標値	実測値
40	46.8	160	400	811	350	0	0
						10	9.3
						15	14.8
						20	18.9
						30	31.2

2.2 実験方法

10×10×40cm の角柱供試体を打ち込んだ後、型枠のまま恒温恒湿室（室温 20℃、湿度 80%）に 1 日間置き、その後脱型し材齢 28 日まで水中養生（水温 20℃、記号 W28）を行ってから JIS A 1148 に準拠し水中における 1 サイクル 4 時間の急速凍結融解試験（記号 FT）を実施した。また、同じ条件で作製した供試体を凍結融解試験終了材齢まで浸水（記号 W）させた。凍結融解試験あるいは浸水試験終了後、供試体を 105℃で一定質量となるまで乾燥させた。

2.3 実験項目

(1) スケーリング率 凍結融解試験の所定サイクル毎にコンクリート供試体から剥離したモルタル及び破壊した粗骨材の微粉末を採取し、その絶乾質量を測りスケーリング量とした。凍結融解試験終了後の絶乾質量とスケーリング量から凍結融解試験開始時の供試体の絶乾質量を計算し、それを基準としてスケーリング率を求めた。

(2) コンクリートの含水率 凍結融解試験終了後のコンクリート供試体の絶乾質量とスケーリング量から各凍結融解試験の所定サイクルの供試体の絶乾質量を計算し、それらを基準として各凍結融解サイクルにおけるコンクリートの含水率を求めた。浸水試験を行ったコンクリート供試体も試験終了後の絶乾質量を基に含水率を求めた。

(3) 長さ増加比 凍結融解試験の所定サイクル毎にコンクリート供試体の長さを測定し、結果を長さ増加比として求めた。

(4) 耐久性指数 凍結融解試験の所定サイクル毎にコンクリート供試体のたわみ振動の一次共鳴振動数を測定し、結果を相対動弾性係数として求め、相対動弾性係数が 60%になるサイクル数、又は 300 サイクルのいずれか小さいものから耐久性指数を求めた。

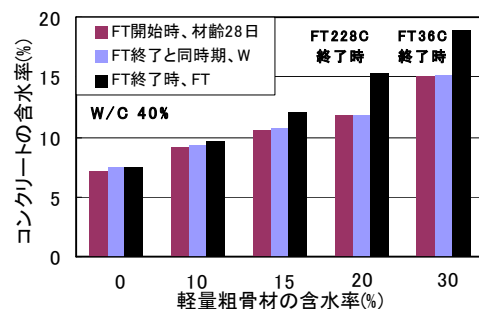


図1 各種軽量コンクリートの含水率

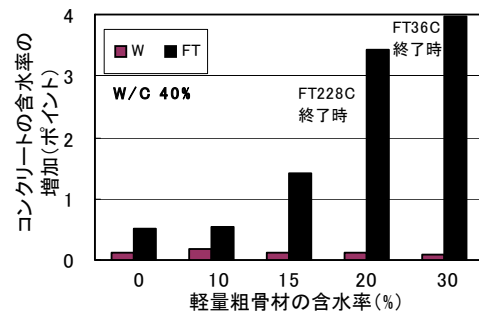


図2 各種軽量コンクリートの含水率の増加

キーワード：軽量コンクリート、軽量粗骨材、凍結融解作用、耐凍害性、吸水挙動、含水率

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町 165 番地 TEL 0157-26-9513 FAX 0157-23-9408

3. 実験結果及び考察

図1に各種軽量コンクリートの含水率を示す。粗骨材の含水率20%と30%のコンクリートは凍結融解300サイクル以前に破壊したため、それぞれ破壊直前の228サイクルあるいは36サイクルのときの値を示している。凍結融解作用を受けていないコンクリートの凍結融解終了時と同材齢の含水率は、材齢28日のときの含水率よりやや増加している程度であるが、凍結融解作用を受けた場合は受けない場合よりコンクリートの含水率が高くなる傾向にある。

図2に材齢28日のコンクリートの含水率を基準とし、凍結融解試験及び浸水試験を行った凍結融解試験終了時の材齢におけるコンクリートの含水率の増加を示す。凍結融解作用を受けるとコンクリートが多く吸水し、含水率の増加が著しい。凍結過程で水が内部に押し込まれ、次の融解過程で外部から水を吸い込むプロセス⁴⁾が凍結融解作用により繰り返された結果、コンクリートの含水率が増加したと考えられる。また、軽量粗骨材の含水率が高いほど、凍結融解作用によって骨材が破壊したり、コンクリートにひび割れが生じたりするため、コンクリートの含水率の増加が顕著になったと考えられる。

図3に凍結融解終了時のコンクリートの含水率とスケーリング率の関係を示す。凍結融解300サイクル終了時の軽量コンクリートの含水率が高いほど、スケーリング率が高い。また、含水率の高い軽量粗骨材（20%と30%）を用いたコンクリートは凍結融解300サイクルに達しないうちに破壊したが、含水率の低い軽量粗骨材（0%、10%と15%）を用いたコンクリートに比べると、スケーリング率は同程度かあるいはやや低い値であり、コンクリートの内部組織が劣化し破壊に至ったことがわかる。

図4に凍結融解終了時のコンクリートの含水率と長さ増加比の関係を示す。含水率の低い軽量粗骨材（0%、10%と15%）を用いたコンクリートでは凍結融解終了時に長さ増加は見られず、組織は弛緩していない。一方、含水率の高い軽量粗骨材（20%と30%）を用いたコンクリートは凍結融解終了（破壊）時のサイクル数が少ないが、含水率は高く、長さ増加比も高くなり、凍結融解の繰返し作用によりコンクリートにひび割れが生じて膨張したことを示している。写真1に含水率30%の軽量粗骨材を用いたコンクリートの凍結融解36サイクル終了時の状況を示すが、多くのひび割れが見られる。

図5に凍結融解終了時のコンクリートの含水率と耐久性指数の関係を示す。凍結融解終了時の軽量コンクリートの含水率が高いほど、耐久性指数は低下する。軽量粗骨材の含水率が高ければ、凍結融解作用によって骨材が破壊しやすく、またコンクリートの吸水も加速されるためであろう。

4. 結論

含水率の異なる軽量粗骨材（0%、10%、15%、20%及び30%の5水準）を用いたコンクリートの水中急速凍結融解試験及び浸水試験を行い、凍結融解作用を受ける軽量コンクリートの吸水挙動と耐凍害性の関係について検討した結果から、凍結融解作用を受けることにより含水率の高い軽量粗骨材を用いたコンクリートの含水率が著しく増加し、耐久性指数が低下することが明らかになった。

【参考文献】

- 1) 藤木英一ほか：軽量コンクリートの凍害劣化機構に関する研究、土木学会論文集、No.627/V-44、pp.239-250、1999.8
- 2) 三浦隆広、菊池雅史、小山昭男：超軽量コンクリートの諸性質に及ぼす骨材含水率の影響、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.2、pp.235-240、2000.6
- 3) 橘大介、今井実：高強度軽量コンクリートの耐凍害性改善方法について、土木学会論文集、No.496/V-24、pp.51-60、1994.8
- 4) 浜幸雄、千歩修、友澤史紀：乾燥の影響と吸水性状を考慮したコンクリートの耐凍害性の評価方法、セメント・コンクリート論文集、No.57、pp.266-272、2003

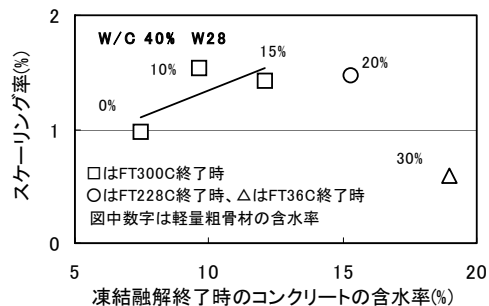


図3 凍結融解終了時のコンクリートの含水率とスケーリング率の関係

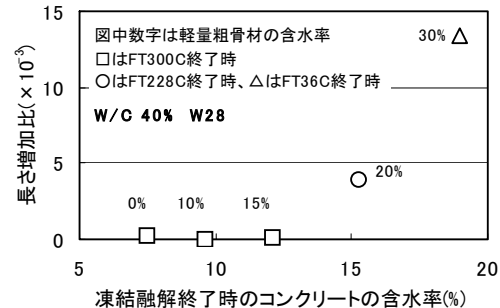


図4 凍結融解終了時のコンクリートの含水率と長さ増加比の関係



写真1 含水率30%の軽量粗骨材を用いたコンクリートの凍結融解36サイクル終了時の状況

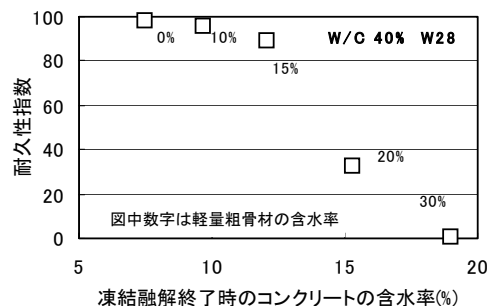


図5 凍結融解終了時のコンクリートの含水率と耐久性指数の関係