

V-192

鋼橋の床版に用いた軽量コンクリートの耐凍害性

日本メサライト工業 ○正会員 藤木英一
 東京都立大学 正会員 国府勝郎
 日本鉄道公団 正会員 保坂鐵矢
 八洋コンクリートコンサルタン 正会員 高橋幸一

1 まえがき

一般に、軽量コンクリートは凍結融解に対する抵抗性が低いといわれている。その論拠としてASTM C 666 A法に準拠した土木学会規準による試験結果や、同様の方法を軽量骨材に適用した試験結果等において指摘されている。一方、これらの試験結果と実構造物の劣化性状の相関関係は必ずしも明確ではない。

そこで本研究は乾燥が軽量コンクリートの耐凍害性に及ぼす影響とそのメカニズムを明らかにすることを目的に、その第一歩として、北陸新幹線犀川橋梁および第3千曲川橋梁にて、実際に床版に施工されたコンクリートに関する試験の結果について評価・検討をおこなった。

2 試験方法

2.1 コンクリートの配合

コンクリートの設計基準強度は 24 N/mm^2 である。橋梁の施工条件から、コンクリートの長距離ポンプ圧送が必要で、かつ耐久性も考慮して表-1に示す流動化AEコンクリートを計画した。ポンプ圧送試験を実施し、圧送性を確認の上、本試験用に試料を採取した。なお練り混ぜ時の軽量粗骨材の吸水率は26.5%のものをを用いた。採取したフレッシュコンクリートの性状及び硬化後の圧縮強度を表-2に、またASTM C 457による気泡分布測定結果を図-1に示す。

2.2 凍結融解試験

凍結融解試験の方法は学会規準によるが、試験開始材齢までの養生条件を表-3のように変化させた。また工事施工現場で、暴露試験（変質量化、動弾性係数、温度測定）と実構造物（床版厚さ250mm）の温度測定を実施した。

3 試験結果および考察

①材齢2週での気泡分布測定の結果は気泡径のピークが $50\sim100\mu\text{m}$ で、気泡間隔係数は $210\mu\text{m}$ であり、健全なAEコンクリートの性状を示している。

②養生条件の組合せ毎の、供試体の脱型時から試験開始材齢までの質量変化率を表-4に、凍結融解試験による耐久性指数と質量変化率の関係を図-2に示す。

この結果、質量変化率5%付近を境に耐久性が大きく

向上することが明らかとなった。これを養生条件で読みとれば、標準養生では材齢8週でも（ケース③）耐

表-1 コンクリートの配合

粗骨材の最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	目標空気量 (%)	水比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)				
					水	細骨材	粗骨材	混和材	
15	12 → 18	5	48	48	344	165	842	573	1.29

今回の実験に使用した材料

セメント : 普通ポルトランドセメント (比重=3.16)
 細骨材 : 犀川水系産砂 (表乾比重=2.60 粗粒率=2.70)
 粗骨材 : 人工軽量骨材 (絶乾比重=1.29 粗粒率=6.35 吸水率=26.5%)
 混和剤 : AE減水剤 (リグニル系)
 流動化剤 (ポリシリケート系)

表-2 フレッシュコンクリートの物性と圧縮強度

	スランプ (cm)	空気量 (%)	c. t (℃)	粗骨材の 吸水率 (%)	圧縮強度 4週 [*] (N/mm ²)
ベース	10.0	5.4	12.0	26.5	33.9
圧送前	20.0	5.5	12.0	26.9	33.7
圧送後	18.0	5.8	13.0	27.6	34.2

* 標準養生 (水中・20℃)

表-3 供試体の養生条件の組み合わせ

供試体 NO	養生方法 [*]		試験開始 材 齢
	標準養生	気中養生	
1* ²	2週	—	2週
2	4週	—	4週
3	8週	—	8週
4	2週	1週	3週
5		2週	4週
6		4週	6週
7		8週	10週
8	1週	2週	3週
9		3週	4週
10		5週	6週
11		9週	10週

*1 標準養生 : 20℃、湿度100%

*2 土木学会規準による方法

気中養生 : 温度20℃、湿度60%恒温恒湿室養生

久性を得られないが、標準養生1週後に気中養生を加えれば材齢4週で（ケース⑨）充分な耐久性が得られることになる。

③耐久性指数が60%以下の供試体の観察の結果、15本の試料中10本に縦横方向のひび割れが観測され、凍結融解試験の経過は、特定のサイクルでひび割れが発生し、これが急激に成長して動弾性係数が低下するという特徴がみられた。

④凍害による一般的な劣化形態であるモルタルのスケーリングや骨材のポップアウト等の現象はほとんど観測されず、軽量コンクリートの凍結融解による劣化のメカニズムは普通コンクリートに比べ、かなり異なることが推測された。

⑤実際に施工された床版での、最初の厳冬期のコンクリート温度（外気温含む）の測定結果を表-5に示す。凍結融解の回数は床版表面が最大で61サイクルを示した。同時に、同じ場所で暴露した供試体の質量変化率と動弾性係数の変化を表-6に示す。質量変化率は5%を超えており（6.7%）、これは表面のスケーリング等のみられないので水分の乾燥によるものと判断できる。また、動弾性係数の低下は見られず、床版も全く健全である。軽量コンクリートの耐凍害性を確認するにあたり、学会規準そのままの凍結融解試験では十分な結果を得られなかったが、試験前に一定の乾燥を加えた試験と、現地に暴露した供試体の測定結果および観察により、施工された床版の凍害に関する耐久性を確認できた。

4 まとめ

今回の試験では、軽量コンクリートの凍結融解試験による耐凍害性に及ぼす乾燥の効果について、一定の目安を得ることができたが、試料の水分との関係や、試験結果としての凍害の状況について極めて特徴的な事実が明らかとなった。今後はさらに研究を進め、軽量コンクリートにおける凍害のメカニズムを解明し、凍結融解試験による耐凍害性の評価と実構造物の耐久性との関係について検討を進める必要がある。なお、本試験の実施にあたり鉄道建設公団北陸新幹線建設局、川田工業（株）、（株）横川ブリッジ、石川島播磨重工（株）の関係者各位にたいへんお世話になった。ここに付記して謝意を表します。

（参考文献）

1) 桐山・保坂・庭野・吉信：鋼橋の床版に用いた軽量コンクリートの長距離ポンプ圧送；土木学会第51回年次学術講演概要集，1996

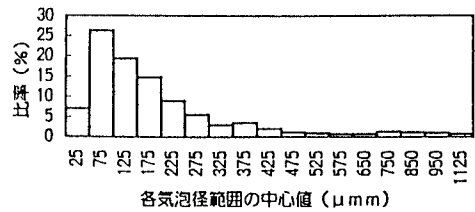
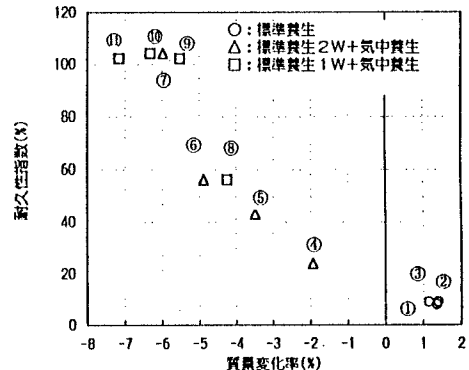


図-1 気泡分布

表-4 凍結融解試験開始までの質量変化率(%)

NO	標準養生								気中養生							
	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週
1	1.07	1.14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1.21	1.31	1.34	1.36	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0.99	1.06	1.09	1.18	1.24	1.31	1.33	1.39	—	—	—	—	—	—	—	—
	標準養生								気中養生							
	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週
4	1.21	1.27	-1.95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	1.19	1.33	-1.91	-3.48	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	1.20	1.32	-1.75	-3.23	-4.25	-4.78	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	1.10	1.25	-1.89	-3.55	-4.42	-4.97	-5.39	-5.69	-5.88	-5.99	—	—	—	—	—	—
	標準養生								気中養生							
	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週	1週	2週	3週	4週	5週	6週	7週	8週
8	1.26	-2.73	-4.25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	1.17	-2.97	-4.71	-5.51	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	1.12	-2.93	-4.56	-5.48	-6.02	-6.33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	1.19	-2.72	-4.52	-5.46	-6.00	-6.44	-6.65	-6.95	-7.05	-7.17	—	—	—	—	—	—

（注）脱型時を1.00とする。



図中の番号は表-3の供試体NOを示す
図-2 試験開始時の供試体質量変化率と耐久性指数の関係

表-5 凍結融解サイクル数と床版各部の最高・最低温度

	サイクル数 ^{*1} (回)	最高温度 (℃)	最低温度 (℃)
外気温	57	12.6	-11.6
床版表面から20mm	61	8.6	-10.0
床版表面から75mm	56	8.0	-7.7
床版表面から125mm	48	6.1	-7.2

^{*1}コンクリートが0℃で凍結すると仮定した場合

表-6 暴露供試体の質量変化率と動弾性係数の測定結果

	暴露開始時	19週
質量変化率	0	-6.7
動弾性係数 ($\times 10^4 \text{N/cm}^2$)	2.08	2.10

床版コンクリート打設日：平成7年10月31日

供試体暴露開始日時：平成7年11月1日

19週測定日：平成8年3月12日

暴露供試体の寸法：10×10×40cm