

V-68 軽量コンクリートの凍結融解耐久性

日本道路公団試験所 正員 中村 修 吾
〇正員 松 貝 勇

1. はじめに

中央道阿知川橋(長野県阿智村)においては下部工が竣工した後に道路橋示方書および道路公団設計要領の改定が行われたため、これに従って上部工を再設計したところ、鋼重の増加により下部工の一部で許容応力度を越えてしまうことが判明した。この対策としては下部工の補強・床版の軽量化等が考えられるが、阿知川橋については床版に軽量コンクリートを使用して死荷重の軽減をはかることになった。

阿知川橋の付近で測定した気象データによれば厳冬期(1・2月)の月間最低気温の10年間についての平均値は -11.7°C (最低 -15°C)と低く、しかも日中の気温は $+11^{\circ}\text{C}$ 程度にまで達するので、コンクリートは激しい凍結融解作用の繰返しを受けるものと考えられる。一方、一般に用いられているASTM-C290「水中における急速凍結融解に対するコンクリート供試体の抵抗試験法」によって試験を行なった場合、軽量コンクリートは少ないサイクルで劣化することが示されており、果して軽量コンクリート床版が当該地区の気象作用に耐えうるかどうか懸念された。しかしASTMの試験方法は主として骨材・混和剤の品質試験を目的としたものであって、試験条件は構造物が受ける気象作用に較べてかなり苛酷なものである。従って、この試験結果のみから軽量コンクリート使用の可否は決められないと言える。本報告は、現地の気象条件、床版という構造・環境条件のもとで、軽量コンクリートが十分耐久であるかどうかを判断する目的で行なった各種凍結融解試験の結果を要約したものである。

2. 実験の概要

凍結融解試験に先立って、まず、現地の湿度条件下でコンクリート内部の温度がどの程度まで低下するか確かめ、これに基づいて凍結融解試験の凍結温度を設定するために、軽量コンクリートブロックを用いた室内試験を行なった。さらに、中央道における路面温度の調査結果も参考にして、凍結温度は供試体表面下1cmの位置において外気温 $+5^{\circ}\text{C}$ と決めた。また外気温としては厳冬期の平均最低気温に安全を見込んで -13°C も想定した。結局、凍結温度は -8°C である。

軽量骨材はアサライト、ライオナイト(非造粒型)およびヒルトン(造粒型)を使用した。また骨材の一部には天竜川産の粗細骨材も併用した。コンクリートの配合条件は以下のとおりである。

単位重量 : 1.8 t/m^3 以下

スランブ : $10 \pm 1 \text{ cm}$

空気量 : $7 \pm 1 \%$

単位重量 : 300, 350, 400 kg

骨材の組合せは、単位重量が 1.8 t/m^3 以下になる範囲で定めたが、既往の研究において耐久性が良好であることが示されているものは極力とり入れるようにした。主な組合せは、(1) 軽量砂利+川砂 (2) 軽量砂利+川砂利+軽量砂 (3) 軽量砂利+軽量砂・川砂 である。軽量骨材の吸水状態は十分吸水(20%以上)へ気乾状態の間で変化させた。

凍結融解試験は表1に示した5種の方法によって行なった。これらの試験において一面凍結融解試験(3)・気中凍結水中融解試験(4)の条件は、橋梁床版の条件に比較的近いと考えられるものである。

3. 実験結果のまとめ

ASTM方法に準じて14日湿潤養生後直ちに凍結融解試験を開始した場合には、湿度条件等を緩和した試験(1)・(2)においても、全て100サイクル以下の凍結融解によって破壊した。すべて早期に破壊したため、骨材・配合の相違によるコンクリートの耐久性の違いは明確にならなかったが、軽量粗骨材と川砂を用いたコンク

表-1 凍結融解試験方法

	阿知川橋 RC床版	一般的試験 (ASTM)		(1) 一面凍結 融解試験		(2) 水中凍結 融解試験		(3) 一面凍結 融解試験		(4) 気中凍結 水中融解試験		(5) 水中凍結 融解試験	
凍結融解開始材令	28日以上	14日	×	14日	×	14日	×	28日	○	28日	○	28日	○
養生方法	1週湿潤	2週湿潤		2週湿潤		1週湿潤 3週乾燥	○	同左	○	同左	○	同左	○
(供試体)寸法	床版厚20cm	10cm	×	20cm相当	○	10cm	×	20cm相当	○	10cm	×	10cm	×
凍結温度	-8℃	-18℃	×	-8℃	○	-10℃	○	-8℃	○	-10℃	○	-18℃	×
凍結融解周期	24h	3.5h	×	3.5h	×	3.5h	×	3.5h	×	3.5h	×	3.5h	×
環境	乾燥～湿潤	水中	×	一面水中	△	水中	×	一面水中	△	湿潤	○	水中	×

○：床版とほぼ同じ △：やや厳しい ×：厳しい

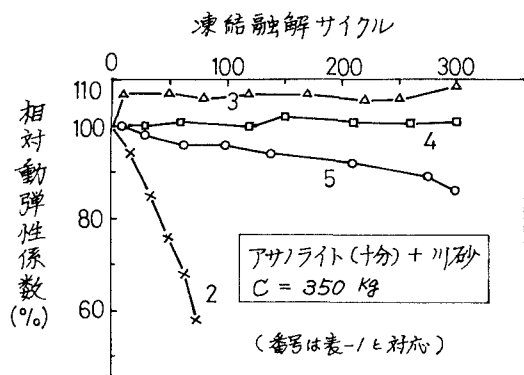
リート、吸水量の少ない骨材を使用したコンクリート、単位セメント量の多いコンクリートは比較的耐久性が良好であるという傾向が認められた。

上記のように試験結果が予想以上に悪かったので、試験条件のうち、材令・養生条件、環境条件をさらに橋梁床版に近づけた試験方法(3)一面凍結融解試験、(4)気中凍結水中融解試験)によって試験を行なった。試験結果の一例は図-1に示したとおりであって、材令7日以後28日まで室内で乾燥させた軽量コンクリート供試体はすべて耐久性指数が100%以上であり、いずれも十分な耐久性を示したのである。これらの試験において軽量コンクリートが耐久であったのは、乾燥によってコンクリート内部の凍結可能な水(キャピラリー水、骨材下面のブリージング水)が減少して凍結に伴う内部圧力が減少したことも、また、連行空気量が7~8%で比較的少ないので、空気泡によって膨張圧が吸収されやすかったためであると考えられる。

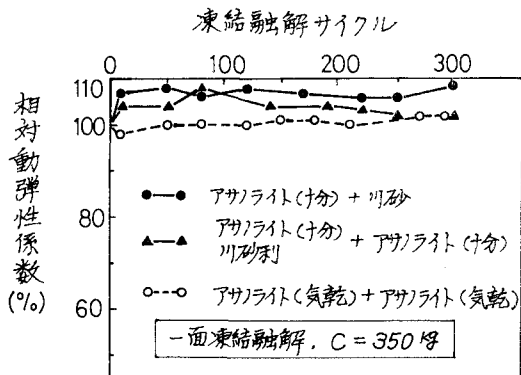
以上の試験の他、養生方法だけ7日湿潤/21日乾燥に変え、その他の条件はASTM方法と同一にした試験(5)も行なった。コンクリートの種類は(4)一面凍結融解試験と同一であるが、これらのコンクリートの耐久性指数は82~90%であって、いずれも良好な耐久性を示しており、試験条件のうち供試体寸法、凍結温度・周期、環境条件等がかなり苛酷であっても、凍結融解作用前に乾燥させた軽量コンクリートの耐久性は良好であることが示されたのである(図-2参照)。なお、橋梁床版は乾燥しやすい部材であり、本実験程度の乾燥状態は十分保ち得るものと考えている。

以上に述べた実験結果およびその他の実験・調査結果を総合的に判断して、結局、阿知川橋床版用軽量コンクリートの配合は以下のように決定された。

粗骨材：アサライト(十分吸水) 細骨材：天竜川砂 単位セメント量 = 350 kg
スランプ：5~10cm 空気量 = 5~8%



(図-2)



(図-1)