## 松江工業高等専門学校 正会員 〇伊藤 秀幸 松江工業高等専門学校 正会員 高田 龍一

1. はじめに

コンクリートの劣化機構のひとつに凍害がある。凍害は主にコンクリート中の水分が凍結融解作用を受ける際に発 生する膨張圧によって劣化が進行する。コンクリート製水路の側壁では、最多流量水位の上部(気中部)に凍害が発 生し、下部(水中部)に発生しないケースが見られる。

本研究では既往の研究により得られた成果を踏まえた上で、コンクリート製水路における気中部と水中部 の凍害の発生状態が異なる原因を実験的に検討し、コンクリート製水路の凍害メカニズムを明らかにするこ とを目的とした。コンクリート製水路の側壁ではコンクリートの打設が鉛直方向で行われるために、下部で 骨材量が多くなり、ブリージング等の影響により上部はペースト量が多くなることが考えられる。また、乾 湿の繰り返しによるコンクリート表面に生じる乾燥収縮による微細なひび割れの影響が考えられる。さらに、 気泡分布も異なることが考えられ、上部ほど気泡量が多くなり耐凍害性を衰えさせることが考えられる。

昨年は異なる水セメント比のコンクリートを用いて主に高さ方向による違いについて検討し、一定の傾向は見られ たが、AE剤が効かず早期に劣化を起こしてしまった。今年は改めて耐凍害性に及ぼす影響、さらに使用中の乾湿の状 態が耐凍害性に及ぼす影響について検討を行った。

## 2. 実験概要

供試体は図1に示すとおり120cmの鉛直方向に長い供試体を作成し、40cm 間隔で3分割し、それぞれ上部、中部、下部とした。供試体の作成にあたっ ては、高さの違いによる影響を検討するためのシリーズIと、これに加え養 生条件を変化させたシリーズIIの2種類とした。また、横打ち打設による標 準角柱供試体も作製した。本研究で使用したコンクリートの圧縮強度を図2、 物性値を表1、供試体の示方配合を表2に示す。

凍結融解試験は、JISA 1148-2001 の水中凍結水中融解試験(A法)に準 じて行った。コンクリート打設後28日間の水中養生を行いその後凍結融解 試験を行った。試験時には空中重量、水中重量、共鳴周波数(動弾性係数)、 縦断方向の超音波伝播速度について測定を行った。凍結融解試験を開始する 前に、各指標を初期値として測定し、以後の測定は凍結融解約30サイクル ごとの間隔で行うものとした。共鳴周波数はJISA1127に準じた測定装置を 用いて行い、超音波伝播速度の測定は直接法にて行い、供試体の長さ方向 (40cm)を伝播距離とした縦断方向で測定した。



図1 作製供試体



シリーズIIにおいては凍結融解試験 90 サイクル毎に異なる養生条件を与 えた。上部は乾燥, 中部は 48 時間の水中養生

表1 コンクリートの物性値

-					
L,	下部	は水中	養生	を行	っ
た。	期間	は中部	の乾	湿繰	り
返し	7回	終了ま	で行	った	0

6時間の乾燥の7回繰り返

	密度	粗粒率	吸水率	表面水率	有効吸水率	F.M			
セメント(普通ポルトラントセメント)	3.15								
細骨材	2.57	2.77	1.59	1	0.53	1.83			
粗骨材	2.78	6.6	1.62	0.51	1.01	6.68			
表2 示方配合									

W/C (%)	Gmax (mm)	スランプ (cm) 空気量 (%)		a/a(0/c)	単位量(kg/m <sup>*</sup> )							
		目標値	実測値	目標値	実測値	s/a(%)	水	セメント	細骨材	粗骨材	減水剤	AE剤
55	20	8	10	5	5.3	45.2	168	305	796	1044	2.44	0.61

## 3. 結果と考察

図5にスケーリングに伴う質量変化を示す。シリーズIにおいて は上部、中部は質量減少が大きく、下部は質量減少が小さくなって いる。これにより、上部ほどスケーリングが起こりやすく、下部ほ ど起こりにくいことがわかる。シリーズIIにおいては下部の質量減 少が大きく、乾湿を繰り返した中部の質量減少が小さくなった。こ れより、水中養生を行った下部では、供試体内の飽和度が高く、凍 結圧が大きくなったためスケーリングが大きいと考えられ、さらに、 乾湿の繰り返しはスケーリングに大きな影響を与えないことが明ら かになった。また、上部はシリーズIと同様に高いスケーリングの 値を示している。階段状になっているのは乾燥の影響であると考え られる。

図6に相対動弾性係数の変化を示す。シリーズIにおいては中部 の相対動弾性係数の低下が大きく、下部の低下が小さい。中部が上 部よりも劣化が早いのは図4から供試体の気泡間隔係数において中 部の気泡間隔係数が上部よりも大きく耐凍結融解抵抗性が上部より も劣ったためである考えられる。シリーズIIでは下部の相対動弾性 係数の低下が大きく、中部の低下が小さい。これは質量変化と同様 に供試体内の飽水度による影響が考えられる。

また横打ちの供試体は他の供試体よりもスケーリング,内部劣化 とも優れている。横打ち供試体の気泡間隔係数が 250nm で一般に 凍結融解抵抗性に望ましい値と同様の値となったため凍結融解抵抗 性が高く,他の供試体よりも劣化が遅くなったと考えられる。

図3の総細孔容量では一定の傾向の値を示していない。図4の気 泡間隔係数では全体的に値が高いが,その中でも中部の気泡間隔係 数が大きいためにシリーズIの耐凍害性に劣る原因になっていると 考えられる。

4. まとめ

今回の実験では、シリーズIは中部の劣化が著しく目立ち、打設時の締固めの影響を強く受けていると考えられる。横打ち供試体が他の供試体に比べ耐凍害性が優れている理由としても、同様のことが考えられる。下部が強いことから、打設位置による影響は昨年と同様に認められた。さらに、総細孔容積、気泡間隔係数に見られるように締固めの影響が強く影響することが明らかとなった。シリーズIIでは、乾湿の繰り返しが、耐凍害性に影響しないことが明らかとなった。さらに水中養生を行った下部が、凍結圧により耐凍害性に劣るということが明らかになった。

[参考文献]

- 緒方英彦,高田龍一,野中資博,服部九二雄:RC開水路の凍害メ カニズム,水土の知 76 (9), pp.819~822 (2008)
- 2) 緒方英彦,野中資博:コンクリート製水路の凍害診断法









図6 相対動弾性係数