

論文 シラン低圧注入によるコンクリートの凍害深さ測定方法の実用性の検討

緒方 英彦*1・山崎 大輔*2・兵頭 正浩*3

要旨: コンクリート構造物の凍害診断では、凍害による劣化程度を把握するために凍害深さが調査される。凍害深さの評価方法は、多種多様提案されているが、現地で凍害範囲を可視化した上で凍害深さをノギスで直接測定する方法はない。本研究では、コンクリート表面から低圧注入器具を用いてシランオリゴマーを注入し、可視できるシランオリゴマーの浸透範囲を利用して凍害深さをノギスにより測定する方法を考案して、現地試験によりその実用性を検討した。そして、本方法における凍害深さの評価式を提案した。

キーワード: 凍害深さ、微細ひび割れ、可視化、低圧注入、シランオリゴマー、現地試験

1. はじめに

凍結融解の繰返し作用により生じるコンクリートの凍害は、積雪寒冷地で供用されているコンクリート構造物の耐久性を低下させる劣化機構の一つである。凍害の診断では、劣化過程が進展期、加速期、劣化期にあると判定または推定される場合、凍害による劣化程度を把握するために凍害深さが調査される¹⁾。

凍害深さの評価方法としては、コア採取を伴う方法として、コアの深さ方向で測定した細孔径分布の変化から評価する方法²⁾、コアの直径方向で測定した超音波伝播速度の深さ方向の変化から評価する方法³⁾、あるいはコアを採取した後の孔を利用した孔内局部載荷試験⁴⁾や2つの孔に超音波の発振子、受振子をそれぞれ設置し、測定した超音波伝播速度の部材厚方向の変化から評価する方法²⁾がある。また、コアに発生している微細ひび割れの状況から凍害深さを評価する方法としては、顕微鏡観察による方法⁵⁾や蛍光エポキシ樹脂含浸法⁶⁾がある。一方、コア採取を伴わない非破壊試験、微破壊試験としては、表面走査法で測定されるコンクリート表層部の超音波伝播速度から評価する方法⁷⁾、プルオフ法を発展させた改良プルオフ試験で測定されるコンクリート表層部の強度変化から評価する方法⁸⁾がある。

これまでに提案されてきた凍害深さの評価方法は、その多くでコアの採取が必要であり、コア採取を伴わない方法においてもコンクリート表層部の微破壊を伴う。構造物に損傷を加えない唯一の方法は、表面走査法で測定された超音波伝播速度による方法であるが、超音波伝播速度は微細ひび割れの他にも、コンクリートの配合、含水状態、材齢、内在する鉄筋などの影響を受ける⁹⁾ことから、超音波伝播速度の変化だけで凍害深さを精度よく評価するのは難しい。また、凍害による劣化が表層部よ

りも部材内部に卓越する場合や薄肉部材に特徴的な部材厚方向に層状のひび割れが発生している場合には、凍害深さを評価することができない¹⁰⁾。一方、超音波伝播速度は、凍害による劣化の程度を定量的に判定するための閾値が不明であるという問題がある。これに対しては、凍害による劣化が顕在化するのには相対動弾性係数85%以下、限界値は60%¹¹⁾であることを利用し、関係式を用いて超音波伝播速度から動弾性係数を換算¹²⁾した上で、建造直後の構造物における健全なコンクリートの動弾性係数との比から相対動弾性係数を求め、閾値との比較により凍害深さを評価する方法がある^{12),13)}。しかし、相対動弾性係数による方法では、動弾性係数の初期値が必要になり、初期値が不明な場合は健全部と見なせる箇所ので採取したコアの試験結果を代用することも試みられている^{10),12)}ものの、真値に近い相対動弾性係数を得ることは難しいと言わざるを得ない。

このように凍害深さの評価方法は、多種多様提案され実用されているが、それぞれに課題を抱えた状態にあると言え、凍害深さという長さの物理量をただ単純に長さの計量器であるノギスで測定できないという悩ましさがある。ここで、凍害深さと同様に深さを調査するものとしては、中性化深さがある。中性化深さに関しては、推定方法ではなく測定方法としてJIS A 1152:2011「コンクリートの中性化深さの測定方法」が確立している。この方法では、フェノールフタレイン溶液による呈色範囲を利用して中性化深さを測定することができ、且つ建造直後の構造物における健全なコンクリートの初期値を必要としない、現地で測定し、その場で結果が得られるという特徴がある。凍害と中性化は劣化機構が異なるものの、その調査は同様に深さを対象にしており、フェノールフタレイン溶液による呈色範囲のように凍害範囲を可視化

*1 鳥取大学 農学部生物資源環境学科 教授 博士(農学) (正会員)

*2 ショーボンド建設株式会社 技術本部技術部 課長 (正会員)

*3 鳥取大学 農学部生物資源環境学科 助教 博士(農学) (正会員)



写真－1 現地試験を実施した開水路の概況と凍害の発生状況ならびにシランオリゴマーの注入状況

することができれば、中性化深さと同様に凍害深さも一意的に測定することができるのではないかと考えられる。

凍害による劣化は、凍結融解の繰返し作用によりコンクリート組織に緩みが生じ、微細ひび割れが発生することで、強度や物質移動抵抗性が低下する現象¹¹⁾である。つまり、凍害深さは、スケーリングを考慮しない場合において、コンクリート表面から凍結融解の繰返し作用によりコンクリート組織の緩みや微細ひび割れが生じている最深部までの距離とみなすことができる。凍害により劣化している箇所では、健全な状態に比べて密実性が低下、物質の浸透性が増加しており、実体として微細ひび割れが生じていることから、これらの現象が生じている箇所を現地で可視化することができれば、現地で凍害深さを測定することが可能になると考えられる。

以上のことを踏まえ著者は、現地で結果が得られる凍害深さの測定方法として、コンクリート表面から低圧注入器具を用いてシランオリゴマーを注入し、可視できるシランオリゴマーの浸透範囲を利用して凍害深さをノギスにより測定する方法を考案して、その確立に向けた検討を行うことにした。フェノールフタレイン法による中性化深さの測定方法は、フェノールフタレインによる呈色範囲が pH8.2～10.0 と限定された条件の下で確立されており、凍害深さにおいても特定の手法で可視化できる範囲と条件を付けることで、現実的に現場で利用できる測定方法が確立できると考える。

本論文では、シラン低圧注入によるコンクリートの凍害深さ測定方法の実用性を検討するために、凍害により劣化が生じている開水路側壁に本方法を適用した結果について示す。そして、本方法における凍害深さの評価式を提案する。ここで、シランオリゴマーを注入材として低圧注入器具により注入する方法は、微細ひび割れの可視化方法として著者らが既往の研究で検討したものであり、シランオリゴマーの動粘度は $100\text{mm}^2/\text{s}$ 、注入器具は自動式低圧樹脂注入工法で採用されているプラスチック製の注入器具を用いるものである¹⁴⁾。既往の室内試験の結果においては、この方法によりひび割れ幅が $5\mu\text{m}$ 以上であり、かつ温度が $-10\sim 40^\circ\text{C}$ の範囲であればひび割れを可視化できることが明らかになっている¹⁴⁾。

2. 現地試験の概要

シラン低圧注入による凍害深さ測定方法の現地試験による検討は、凍害により劣化が生じている昭和 34～36 年に施工された現場打ち鉄筋コンクリート製開水路の側壁で実施した。写真－1 に開水路の概況及び側壁における凍害の発生状況を示す。表面変状としては、天端のスケーリング、最多頻度水位より上部における長手方向のエフロレッセンスを伴うひび割れが見られる。開水路の構造図及びコンクリートの配合などは不明である。

現地試験は、次の手順で行った。まず、注入器具を取り付ける台座をシール剤（2 液型エポキシ樹脂系ひび割れ注入補修用シール接着剤）を用いて側壁に固定した。次に、シール剤の硬化のため約 2 時間経過後に、所要量のシランオリゴマーを入れた注入器具を台座に取り付け、注入を実施した。注入状況を写真－1 に示す。注入後約 20 時間経過後に注入器具を取り外し、注入箇所を中心に外径 100mm のコアビットでコアを採取した。採取後のコアは、切断機を現地に手配していなかったことから、速やかにラップで全面を覆い、コアの湿潤乾燥が生じないようにした上で 4 日後に湿式切断機で切断し、シランオリゴマーの浸透範囲を評価した。一方、現地で結果が得られる現地注入試験の対比として、採取後時間が経過したコアにおけるシランオリゴマーの浸透範囲を評価するために、採取したコアを室内に運搬し、室内でシランオリゴマーを注入する室内注入試験も実施した。

現地注入試験及び室内注入試験のためのコア採取は、凍害による表面変状が異なる 4 箇所（No.1～No.4）で実施することにし、各箇所では現地注入試験用と室内注入試験用の 2 本のコアを採取した。各位置の表面状態は、No.1 がひび割れ無しの箇所、No.2 がエフロレッセンスを伴わない微細なひび割れが発生している箇所、No.3 がエフロレッセンスを伴うひび割れが少数発生している箇所、No.4 がエフロレッセンスを伴うひび割れが多数発生している箇所である。目視による凍害劣化の程度としては、 $\text{No.1} < \text{No.2} < \text{No.3} < \text{No.4}$ となる。ここで、以降のコア番号は、「－1」が現地注入試験用コア、「－2」が室内注入試験用コアとする。

3. シランオリゴマーの浸透状況

シランオリゴマーの浸透状況の評価は、コアを直径方向で切断した後、注入位置が中央になるようにして深さ方向で切断した断面を用いて行った。切断機は湿式である。現地注入試験及び室内注入試験におけるシランオリゴマーの浸透状況を No.2 と No.4 について、写真-2 に示す。ここで、室内注入試験については、現地で全面をラップしたコアをそのまま室内に静置し、コア採取後 21 日経過後にシランオリゴマーを注入して、注入後 24 時間経過後に切断した。写真に示す画像は、切断した試験片を概ね室温 25°C に調整した室内で自然乾燥し、切断後 24 時間経過後に撮影したものである。

画像からは、現地注入試験、室内注入試験ともにシランオリゴマーが注入位置から浸透し広がっている状況を確認することができ、シランオリゴマーが浸透した濡色の部分を観察することで、凍害により劣化している箇所を可視して評価できることがわかる。シランオリゴマーが浸透した部分が濡色として目視できるのは、シランオリゴマーが浸透していないセメント硬化体では水分が蒸発することで乾いた状態となり、揮発していないシランオリゴマーが濡色として残るからである¹⁴⁾。

次に、各コアにおける凍害劣化の程度と最大浸透深さ（表面からシランオリゴマーの浸透による濡色の最深部までの距離）の関係を検討するために、式(1)及び式(2)より表面近傍の相対動弾性係数¹²⁾を求めた。式(1)で動弾性係数を評価するための超音波伝播速度の測定は、周波数 54kHz の P 波用振動子の測定器を用いて、深さ方向に 2cm 間隔でコアの直径方向に対して行った。ここで、相対動弾性係数の評価のためには、初期値としての供用開始直後の動弾性係数が必要であるが、今回は得られていないことから、全てのコアにおける超音波伝播速度の最大値から求めた動弾性係数を便宜的に健全部の値とみなすことで、式(2)より表面近傍の相対動弾性係数を求めた。 E_{dn} は最も表面近傍である深さ 2cm で測定した超音波伝播速度より求めた動弾性係数である。

$$E_d = 4.0387V^2 - 14.438V + 20.708 \quad (1)$$

$$R_{ed} = \frac{E_{dn}}{E_{do}} \times 100 \quad (2)$$

ここで、 E_d : 動弾性係数(GPa), V : 超音波伝播速度(km/s), R_{ed} : 相対動弾性係数(%), E_{dn} : コアの表面近傍における直径方向の超音波伝播速度から求めた動弾性係数(GPa), E_{do} : 全てのコアにおける超音波伝播速度の最大値から求めた動弾性係数(GPa)

各コアにおける相対動弾性係数と最大浸透深さを表-1 及び図-1 に示す。シランオリゴマーの最大浸透深さは、相対動弾性係数が小さくなるに応じて大きくなり、

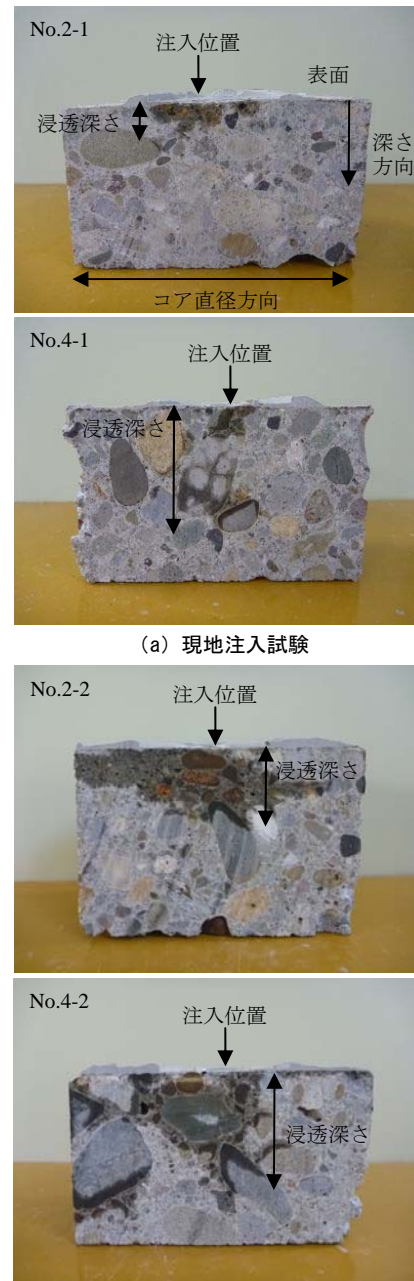


写真-2 表面注入型におけるシランオリゴマーの浸透状況

凍害による劣化が進行している箇所では、シランオリゴマーが浸透できる空隙が増加しているために、浸透深さが大きくなることが確認できる。同じような表面変状の位置から採取していながら、例えば No.2-1 と No.2-2 で相対動弾性係数や最大浸透深さが異なるのは、側壁内部における凍害劣化の局所性が影響を及ぼしているからである。写真-3 に No.2-2 における切断後 3, 5, 24 時間後のシランオリゴマーの浸透範囲を示す。特に No.2-2 の位置においては、薄肉部材である側壁に特徴的な部材厚方向に層状のひび割れ^{10),15)}が表面付近に発生しており、層状のひび割れからその周囲のセメント硬化体や骨材に

表-1 各コアの超音波伝播速度と相対動弾性係数及び最大浸透深さ

現地注入試験	超音波伝播速度 (km/s)		相対動弾性係数 (%)	最大浸透深さ (mm)
	表面近傍	最大値		
1-1	3.676	3.984	81.4	6.9
2-1	3.497		71.8	8.8
3-1	2.870		45.9	20.1
4-1	2.004		29.3	39.2
室内注入試験	超音波伝播速度 (km/s)		相対動弾性係数 (%)	最大浸透深さ (mm)
	表面近傍	最大値		
1-2	3.616	3.984	78.1	14.1
2-2	3.116		54.7	27.8
3-2	3.434		68.7	18.8
4-2	2.279		32.2	39.9

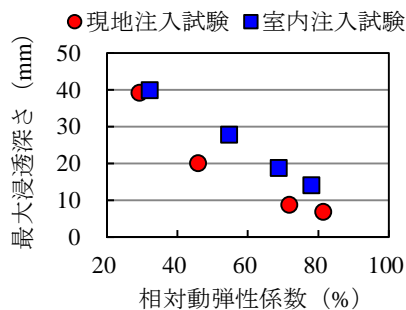


図-1 表面近傍の相対動弾性係数と最大浸透深さ

浸透したシランオリゴマーが徐々に拡大している状況を確認することができる。一方、No. 2-1にはこのようなひび割れを確認することができず、注入箇所からセメント硬化体に生じている微細ひび割れや空隙への浸透に止まるために、最大浸透深さはNo. 2-2より小さくなったと思われる。

4. 凍害深さの評価

4.1 凍害深さの評価式

本研究で検討しているシラン低圧注入による凍害深さの測定方法は、可視できるシランオリゴマーの浸透範囲を利用して凍害深さを測定するものである。シランオリゴマーは、劣化部に限らず浸透できる空隙が存在すれば健全なコンクリートにも浸透することから、写真-3に示したように、コンクリートの乾燥過程においても時間の経過とともにその浸透範囲は広がる。そのためシランオリゴマーが浸透している範囲は、凍害により劣化している部分と健全なコンクリートにおいても浸透できる部分に分けられる。つまり、可視できるシランオリゴマーの浸透範囲を利用して凍害深さを測定するためには、両者を分離しなければならない。シラン低圧注入による凍害深さは、式(3)で求められることになる。

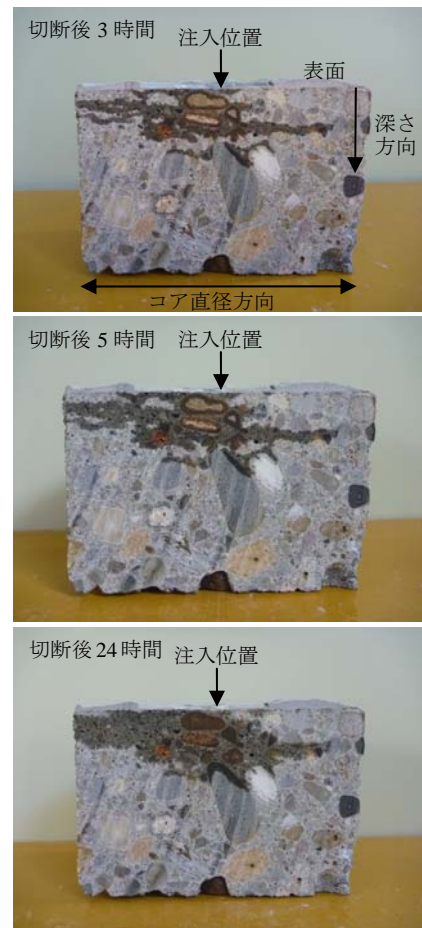


写真-3 シランオリゴマーの浸透範囲の時間変化 (No. 2-2)

$$y_f = y_m - y_0 \quad (3)$$

ここで、 y_f : 凍害深さ(mm), y_m : 凍害劣化が進行したコンクリートにおける表面からのシランオリゴマーの浸透深さ(mm), y_0 : 凍害劣化前のコンクリートにおけるシランオリゴマーの浸透深さ(mm)

y_0 は、凍害劣化前のコンクリートにおけるシランオリゴマーの浸透深さと定められるが、建造直後の健全なコンクリートにおける浸透深さが得られていない場合は、現実的対応として健全と見なせる箇所にて測定した結果を利用することになる。一方、本評価式の一般化を図る上では、 y_0 の一般値を示すことも大切になるが、 y_0 はコンクリートの配合、含水状態、材齢により変わることが考えられるため、現時点で提案することができない。

次節では、一つの測定例としてコンクリートの材齢及び試験体を切断してから切断面が乾燥する過程におけるシランオリゴマーの浸透深さ y_m の変化について示す。また、この結果を踏まえて y_0 の評価式についても考察する。

4.2 健全なコンクリートにおけるシランオリゴマーの浸透深さ

健全なコンクリートにおける材齢及び試験体を切断し

てから切断面が乾燥する過程におけるシランオリゴマーの浸透深さの変化を調べるための供試体は、表-2に示す示方配合のコンクリートで作製したφ10×20cmの円柱供試体である。セメントは高炉セメント B 種（密度 3.15g/cm³）、細骨材は鳥取県産陸砂（密度 2.59g/cm³、吸水率 1.59%、F.M.1.83）、粗骨材は鳥取県産碎石（密度 2.59g/cm³、吸水率 1.62%、F.M.6.68）である。混和剤は、ポリカルボン酸エーテル系化合物の高性能 AE 減水剤である。供試体は、所要の材齢まで水温 20±1℃の水槽内で養生を行い、試験材齢に至った供試体に対しては、割裂引張強度試験の要領で供試体の横に荷重しひび割れを導入した。荷重は、供試体の破断を抑制する目的で供試体を凍結融解試験用のゴムスリーブの中に入れて行った。

注入試験の材齢は、3、7、14、28日であり、荷重によりひび割れを導入した円柱供試体の端面に注入器具を設置するための台座をエポキシ樹脂系のシーラ材を用いて固定し、注入材の漏出を予防するために全面をエポキシ樹脂系のシーラ材で被覆したうえで行った。供試体の数は、注入試験については供試体ごとに骨材の位置などが異なることを踏まえ各材齢それぞれ1本であるが、圧縮強度試験については各材齢それぞれ3本である。

図-2に圧縮強度の材齢変化を示し、写真-4に材齢28日の試験体におけるシランオリゴマーの浸透状況、図-3に各材齢におけるシランオリゴマーの浸透深さの時間変化とその差分から求められる浸透速度を示す。ここで、シランオリゴマーの浸透状況の評価は、前章と同様に概ね室温 25℃に調整した室内で行った。

浸透深さは、コンクリートが乾燥することで水が存在した空隙にシランオリゴマーが浸透できるようになるため、時間の経過とともに徐々に大きくなるが、材齢による差は顕著に見られず切断後24時間経過後において8.4~11.1mmである。浸透速度は、材齢に関わらず切断後6時間まで急速に減少し、その後少しずつ減少する傾向を示すが、24時間以降は概ね0.1mm/hで収束する。異なるコンクリートで測定した過去の結果¹⁴⁾では、浸透深さは切断後24時間経過後において4.6~6.2mm、24時間以降の浸透速度の収束値は0.03mm/hであった。ただし、切断後6時間経過後の浸透速度は概ね0.1mm/hであった。このことから、健全な箇所におけるシランオリゴマーの浸透深さは、室内で自然乾燥する条件下において、浸透速度が大きく変化しなくなる切断後6時間以降で評価するのが適当であると言え、6時間以降の異なる2つの時間(t₁, t₂)で測定した浸透深さの差分から求めた浸透速度を用いることで、次の式により評価できると考えられる。

$$y_0 = v_m \times t_m \quad (4)$$

$$v_m = \frac{y_{t_2} - y_{t_1}}{t_2 - t_1} \quad (5)$$

表-2 コンクリートの示方配合

Gmax (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	細骨材率 (%)
20	18	40	4	38.2
単位量 (kg/m ³)				
水	セメント	細骨材	粗骨材	混和剤 (g/m ³)
183	457	627	1,017	4,113

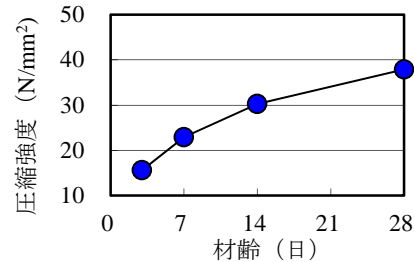
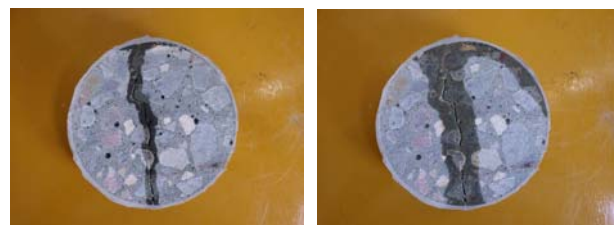


図-2 圧縮強度の材齢変化



(a) 切断2時間後 (b) 切断24時間後

写真-4 シランオリゴマーの浸透状況

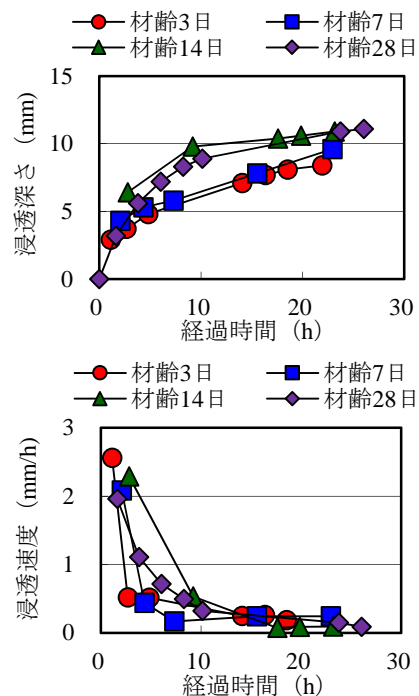


図-3 シランオリゴマーの浸透深さと浸透速度

ここで、 v_m ：健全な箇所におけるシランオリゴマーの浸透速度(mm/h)、 t_m ： y_m を測定した時間（評価対象となる（切断）面を自然乾燥した時間。ただし、6時間以降）(h)、

t_1 及び t_2 : 評価対象となる (切断) 面を自然乾燥してから 6 時間以降の異なる 2 つの時間(h), y_{t1} 及び y_{t2} : t_1 及び t_2 における浸透深さの測定値(mm)

v_m は健全な箇所における乾燥過程のシランオリゴマーの浸透速度としているが、実際は凍害劣化箇所に浸透したシランオリゴマーのコンクリートの乾燥過程における周囲への浸透速度のことである。そこで、式(5)の妥当性を評価するために、一つの事例として写真-3 に示した切断後 5 時間、24 時間の 2 つの画像をもとに、凍害劣化箇所に浸透したシランオリゴマーの周囲への浸透速度を求めたところ、10 箇所の平均値として 0.08 mm/h が得られた。つまり、本研究の範囲内においては、式(5)は概ね妥当であると言える。

本研究では、式(4)、式(5)を y_0 の評価式として提案するが、今後データを積み重ねることで y_0 を一般化できる定数の提案も行っていきたい。

5. おわりに

本研究では、シラン低圧注入による凍害深さ測定方法の実用性を現地試験により検討した。本研究から得られた知見を以下にまとめる。

- (1) シランオリゴマーの最大浸透深さは、凍害による劣化が進行し相対動弾性係数が小さくなるコンクリートほど大きくなり、シランオリゴマーの浸透範囲を利用して凍害による劣化範囲を評価することが可能である。
- (2) 凍害深さをコンクリート表面から凍結融解の繰返し作用によりコンクリート組織の緩みや微細ひび割れが生じている最深部までの距離と定義するならば、シランオリゴマーの最大浸透深さの測定値を用いた凍害深さの評価式は式(3)で表される。
- (3) 健全なコンクリートにおけるシランオリゴマーの浸透深さは、式(4)、式(5)で表される。

謝辞: 本研究の一部は、科学研究費補助金 (基盤研究(B): 課題番号: 24380132, 研究代表者 緒方英彦) の助成を受けて実施した。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート委員会: 2007 年制定コンクリート標準示方書 [維持管理編], pp.125-129, 2008.3
- 2) 山下英俊, 堺孝司, 佐伯昇: 超音波伝播速度を用いた凍害深さの推定, コンクリート工学論文集, Vol.7, No.2, pp.179-186, 1996.7
- 3) 小林保之, 井川倫宏, 野口博章, 堤知明: 凍結融解作用を受けるコンクリートの劣化深さの推定, 電力

土木, No. 326, pp.16-21, 2006.11

- 4) 皿井剛典, 林田宏, 田中徹, 澤口啓希: 孔内局部載荷試験による凍害劣化深さの把握に関する研究, コンクリート工学年次論文集 Vol. 31, No.1, pp.1177-1182, 2009.7
- 5) 最知正芳, 四戸英男, 三橋博三: 凍結融解作用を受けたコンクリート内部の微細き裂の定量化と損傷度評価への応用, コンクリート工学論文集, Vol.13, No.1, pp.13-24, 2002.1
- 6) 岩城圭介, 加藤淳司, 平間昭信, 塩谷智基: 微視的断面観察による酸劣化したコンクリートの微細構造の評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.26, No.1, pp.999-1004, 2004.7
- 7) 遠藤裕丈, 田口史雄, 林田宏, 草間祥吾: 非破壊による凍害深さの評価, コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム論文集, pp.293-298, 2008.8
- 8) 阿波稔, 庄谷征美, 月永洋一, 菅原隆: 凍害劣化深さを指標としたコンクリートの耐久性評価, コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム論文集, pp.77-82, 2006.12
- 9) 非破壊検査協会: 新コンクリートの非破壊試験, 技報堂出版, pp.61-66, 2010.3
- 10) 石神暁郎, 金田敏和, 佐藤 智, 周藤将司, 緒方英彦: 超音波を用いたコンクリート開水路の凍害劣化深さの推定, 農業農村工学会論文集, No.283 号, pp.87-98, 2013.2
- 11) 日本コンクリート工学協会: コンクリートの凍結融解抵抗性の評価に関する研究委員会報告書, pp.75-87, 2008.8
- 12) 緒方英彦, 野中資博, 藤原貴央, 高田龍一, 服部九二雄: 超音波法によるコンクリート製水路の凍害診断, コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム論文集, pp.63-70, 2006.12
- 13) 遠藤裕丈, 田口史雄, 林田宏: コンクリートの凍害劣化の簡易診断技術に関する基礎的研究, 寒地土木研究所月報, No.690, pp.15-22, 2010.11
- 14) 緒方英彦, 山崎大輔, 周藤将司, 兵頭正浩: 低圧注入法によるコンクリートの微細ひび割れ検査における注入材の実験的評価, コンクリート工学年次論文集 36, pp.1984-1989, 2014.7
- 15) 緒方英彦, 鈴木哲也, 山崎大輔, 濱幸雄: 壁状構造物であるコンクリート製開水路の側壁内部の凍害劣化, コンクリート工学年次論文集, Vol. 32, No.1, pp. 833-838, 2010.7