

13.) コンクリート構造物の長寿命化に向けた補修対策技術の確立(3)

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：耐寒材料チーム、寒地技術推進室各支所

研究担当者：田口史雄、馬場道隆、内藤 勲、吉田 行、遠藤裕丈

野々村佳哲、中村拓郎、横山博之、宮本修司、中村直久

渋谷直生、数馬田貢、北谷沙紀子、稲垣達弘、村中智幸

【要旨】

ひび割れ注入工法や充填工法は、コンクリートの一般的な修復方法として多く使用されているが、注入不足や接着不良等が原因と思われるひび割れが再度生じている事例もある。その原因として、注入工法や充填工法の施工管理基準等や注入材の充填確認手法¹⁾²⁾が確立していないこと、注入不足が構造物の要求性能に及ぼす影響や修復後の耐久性、劣化因子等の遮蔽効果の持続性等が明らかになっていないことがあげられる。

平成 23 年度は、ひび割れ修復工法の修復実態や環境等に起因する不具合事例ならびに要求性能等の整理、実環境下での暴露試験および試験施工等による施工性・耐久性等の検討について、実構造物によるひび割れ調査、実施工におけるひび割れ注入後の注入材の充填確認調査を行い、ひび割れ注入工法の現状の整理と注入後の品質管理方法に関する基礎的な検討を行った。また、地域特性や施工環境の違いによる材料特性・施工性・耐久性に関する室内試験として、模擬ひび割れ注入供試体を用いた凍結融解試験や超音波測定を行い、修復後の耐凍害性等について検討した。その結果、削孔コアによる注入材の充填確認調査では、エポキシ樹脂系注入材の充填率は高いが、セメント系注入材の充填率はひび割れ幅が狭いほど低下する傾向が見られた。室内試験では、凍結融解サイクル数が進むにつれて、ひび割れ注入位置から凍害劣化が進行し、内部に向かって徐々に劣化が拡大する状況を確認できた。

キーワード：ひび割れ注入、充填確認、超音波測定、充填率、凍結融解サイクル

1. はじめに

コンクリートに発生したひび割れは、水や塩分等の浸入口となり、コンクリートの劣化を早める原因となる³⁾⁴⁾。特に、積雪寒冷環境下では、凍害と塩害との複合作用等によって劣化が急速に進行する⁵⁾⁶⁾⁷⁾ことから、早期にひび割れ対策修復を実施する必要がある、ひび割れ対策に対する現場のニーズは非常に高い。しかしながら、積雪寒冷地におけるひび割れ状況に応じた適切な対策や施工時期等に明確な基準がないこと、低温環境下における注入・充填等のひび割れ修復材料特性、

施工性、耐久性等が十分に明らかになっていないこと等から、写真-1.1 のような注入不足等による再劣化やひび割れの再発等が生じている事例もある。また、ひび割れ修復の品質に大きく影響すると思われる注入不足等を確認する方法は確立されていない。このような背景から、積雪寒冷環境に対応した適切なひび割れ修復対策を確立することが望まれる。

平成 23 年度では、実構造物のひび割れ状況調査、実際の補修工事で行われたひび割れ注入工法において、注入材の充填確認調査を行い、実施工における実態や問題点の把握等を行った。また、室内試験において、模擬ひび割れ注入供試体による凍結融解試験と超音波測定を行い、ひび割れ注入材の耐凍害性等に関する基礎的な検討を行った。

2. 実構造物による調査

2.1 ひびわれ調査

ひび割れの修復方法は、ひび割れの幅と進行程度によって規定されている⁸⁾が、実際の施工においては、コンクリートの状態やひび割れ長さ・深さによって修



写真-1.1 注入不足等による再びひび割れの例

復範囲や修復材の使用量の増減があるため、修復前のひび割れ調査では、ひび割れ長さや深さ等の測定も行っている。しかしながら、ひび割れの内部状態を正確に把握する方法はなく、ひび割れ内部の粗さ（骨材等の不規則な配列やひび割れの屈曲等）も個々に異なり様々であることから、現地の状況と調査結果を総合的に評価して修復方法等の選択を行っている。また、調査・設計が行われてから修復工事が実施されるまでに期間が空く場合もあり、特に、積雪寒冷地のように、劣化が進行しやすい地域では、その間にひび割れが進行している可能性もある。このことから、本調査では、凍害によるひび割れの進行程度を確認するため、実構造物におけるひび割れの進行調査を行った。調査は、昨年度（平成22年度）にひび割れ調査を実施した北海

道内各地の直轄河川の樋門コンクリート構造物 28 基において、操作台、門柱、擁壁の各部位計 84 箇所約 1 年後に同一箇所、同一方法で測定を行った。調査方法は、ひび割れ幅と長さのスケール測定に加えて、超音波によるひび割れ深さも測定した。超音波によるひび割れ深さの測定方法は、代表的な測定法である Tc-To 法、修正 BS 法、直角回折波法の 3 測定法⁹⁾¹⁰⁾ を実施した。Tc-To 法は、図-2.1 に示すように、健全部の超音波伝播速度（以下、速度）とひび割れ部の速度を測定し、その速度差から式(1)によって、ひび割れ深さを求める方法である。修正 BS 法は、図-2.2 に示すように、ひび割れ部を挟んで測定端子の測定間距離を変えて速度を測定し、その速度差から式(2)によってひび割れ深さを求める方法である。直角回折波法は図-2.3 のように、超音波の入射角が反転する回折理論を利用して、両端子とひび割れ最深部との角度が直角になる位置を求めることによってひび割れ深さを測定する方法である。なお、ひび割れ深さを超音波で測定する際、ひび割れ内部で骨材等が部分的に接触している箇所を超音波が通過して実際よりも小さい値が出る場合がある。このため、今回、3 測定法の実測結果から一番大きい測定値を採用値とした。

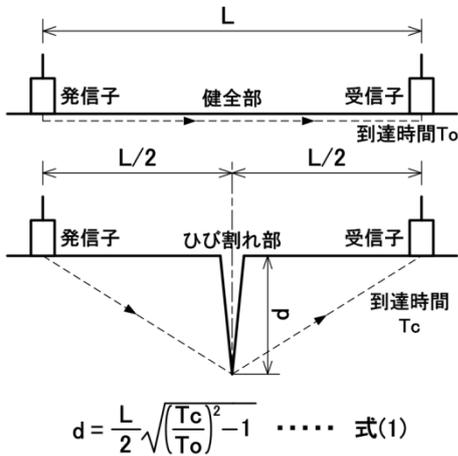


図-2.1 Tc-To 法の概念図

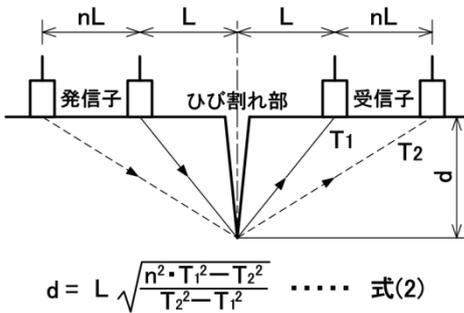


図-2.2 修正 BS 法の概念図

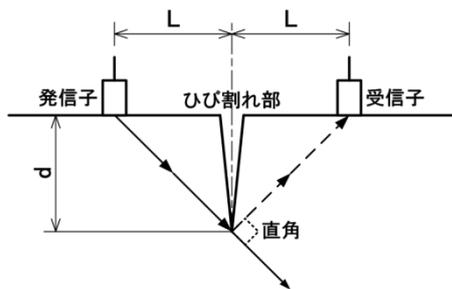


図-2.3 直角回折波法の概念図

2.2 ひび割れ注入材の充填確認調査

ひび割れ注入材（以下、注入材）の充填確認調査は、表-2.1 に示すひび割れ注入工事の調査箇所で行った。

表-2.1 調査構造物と注入材等の主な諸元

構造物	橋梁					覆道		樋門				
	記号	A	B	C	D	E1	E2	A1	A2	A	B1	B2
建設年次	S36	S35	H10	S35	S52	S53	S53	S53	S53	S53	S53	S56
対象部位	橋台	橋台	橋脚	橋台	橋台	面壁	面壁	翼壁	翼壁	翼壁	翼壁	翼壁
表面ひび幅(mm)	0.1	0.2	0.6	1.2	0.2	0.4	0.6	1.3	0.3	0.35	0.35	0.35
補修時期	12月	10月	11月	10月	10月	9月	11月	12月				
注入材	セメント系					エポキシ樹脂系					セメント系	
	製品A	製品B			製品D	製品E		製品F		製品C		
JSCE-F531(s)	8±3		13.7								14.1	
粘度形						硬質低粘度形		硬質低粘度形		軟質中粘度形		
注入工法	自動低圧注入工法											

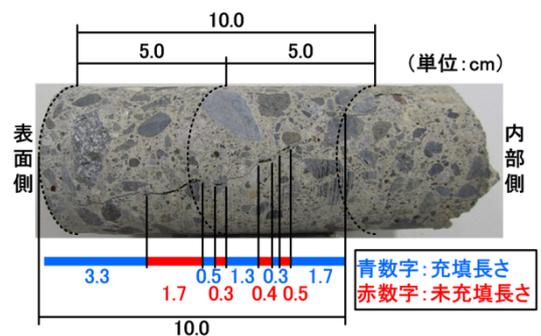


写真-2.1 削孔コアのひび割れ充填計測例

た。今回調査を行った箇所の注入方法はすべて自動低圧注入工法であり、使用された注入材はセメント系注入材とエポキシ樹脂系注入材の2種類であった。調査は、写真-2.1に示すように、ひび割れ注入箇所で直径5cm×深さ10~15cm程度のコアを削孔し、コンクリート表面から鉛直深さ10cmまでに注入材が充填されている鉛直長さ(範囲)をスケールで計測することで、注入材の充填割合(以後、注入充填率)を算出した。

3 室内実験

室内実験では、注入材の注入固化後の耐凍害性状等を把握するため、ひび割れを模擬した供試体(以下、模擬ひび割れ注入供試体)に注入材を注入し、凍結融解試験および超音波測定による凍害劣化調査を行った。

3.1 模擬ひび割れ注入供試体の作製

模擬ひび割れ注入供試体は2種類作製した。無筋の□10×10×40cmの供試体を半分に切断し、注入材で切断面同士を接着する方法で作製した供試体(以下、接着供試体)と、D10の丸鋼を中心に配置した□10×10×40cmの供試体を3点曲げ载荷でひび割れを発生させ、自動低圧注入工法でひび割れに注入する方法で作製した供試体(以下、注入供試体)の2種類とした。接着供試体は、切断面のレイタンス除去等の表面清掃

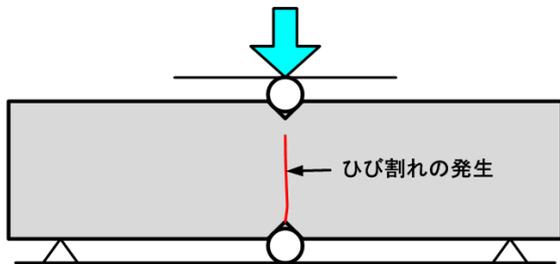


図-3.1 模擬ひび割れ発生概念図



写真-3.1 自動式低圧注入工法による注入状況

処理を行い、注入材練り混ぜ後、型枠を付けた片方の切断面にヘラ等で厚0.5mmに均等に塗布し、もう片方を重ねて接着させ、固定器具で固定して15℃の恒温室で7日間養生した。注入供試体は、既往の研究¹⁾を参考に、JISA1106のコンクリートの曲げ強度試験法に準じた作製方法を用いた。さらに、図-3.1の概念図に示すように、ひび割れ誘発Vカットを設けてVカット部に丸鋼を挟んだ状態で载荷を行い、引張応力を与えることによりひび割れを発生させる工夫を加え、実際の自動低圧注入工法と同様にひび割れをシール材でシールした後、写真-3.1に示すような注入器を用いて注入材をひび割れに注入して作製した。養生は接着供試体と同様に恒温室で7日間行った。表-3.1に試験ケースを示す。今回使用した注入材は、北海道使用実績があり、一般的に使用されているエポキシ系樹脂注入材、アクリル系樹脂注入材、ポリマー系注入止水材、超微粒子ポリマーセメント系注入材の4種類とした。母体となるコンクリート(以下、母体)の配合を表-3.2に示す。なお、母体は凍害劣化を促進させるため、AE減水剤等は未使用とし、脱型後、水中養生を行い、材齢28日後に模擬ひび割れ注入供試体を作製している。

3.2 凍結融解試験

凍結融解試験は、JIS A 1148(A法)に準じて300サイクルを行い、約30サイクル毎に相対動弾性係数の測定を行った。なお、凍結融解試験用の接着供試体および注入供試体は、注入面(1面)以外はすべてエポキシ樹脂でコーティングを施し、注入面から水分供

表-3.1 試験ケース

記号	注入材主成分	供試体サイズ	鉄筋有無	ひび割れ	注入方法	実施試験項目	
						凍結融解	超音波
A2	エポキシ系樹脂	□10×40	有筋	割裂	注入	○	○
A3		無筋	切断	接着	○	○	
A4	Φ5×10					○	-
B2	ポリマー系止水	□10×40	有筋	割裂	注入	○	○
B3		無筋	切断	接着	○	○	
B4	Φ5×10					○	-
C2	超微粒子ポリマーセメント系	□10×40	有筋	割裂	注入	○	○
C3		無筋	切断	接着	○	○	
C4	Φ5×10					○	-
D2	アクリル系樹脂	□10×40	有筋	割裂	注入	○	○
D3		無筋	切断	接着	○	○	
D4	Φ5×10					○	-

表-3.2 母体コンクリートの配合

セメントの種類	Gmax (mm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				スランプ(cm)	空気量 (%)
				W	C	S	G		
NN	20	45	43	160	356	838	1102	8	4.5

※NN:普通ポルトランドセメント
※AE減水剤不使用

給を受ける状態とした。また、注入材単体についても直径5cm×長さ10cmのモルタル供試体を作製し、同様にA法に準じた300サイクルの凍結融解試験を行った。

3.3 超音波測定

超音波の測定方法は、図-3.2に示すように、模擬ひび割れ注入供試体の側面を横に4cm間隔および2.5cm

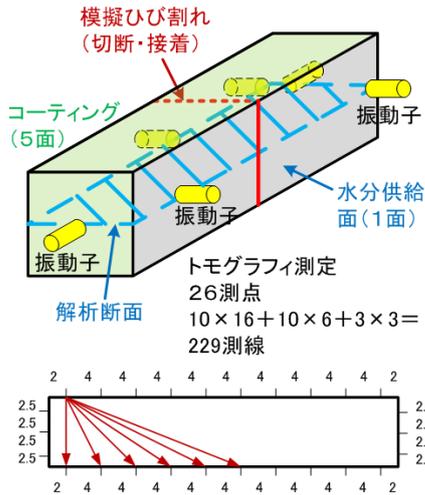


図-3.2 超音波トモグラフィー法の測定

間隔で計229測線(/回・試料)を測定するトモグラフィー法¹²⁾¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾を用いた。測定は凍結融解試験の約30サイクル毎に行った。得られた測定値から超音波伝播速度を解析して算出し、解析断面における超音波伝播速度分布図を求めた。

4 実構造物による調査結果

4.1 ひび割れ調査結果

表-4.1に、測定結果表の一例、および図-4.1に、樋門操作台・門柱および堅壁・翼壁のひび割れ発生の主な原因を示す。操作台・門柱のひび割れ原因の多くは、凍害劣化(全体の47%)であり、堅壁・翼壁は、沈下によるひび割れであった(全体の52%)。図-4.2に、ひび割れ幅とひび割れ深さの関係を示す。ひび割れ幅0.5mm未満では、ひび割れ幅に比例してひび割れ深さも大きくなる傾向が概ね見られるが、ひび割れ幅0.5mm以上では、ひび割れ深さとの相関はなく、ひび割れ深さは比較的小さい値が多い結果となった。これは、ひび割れの内部において、骨材が接触している、もしくは屈曲している箇所等に砂等が詰まって接触している箇所等があり、その接触箇所を超音波が通過して測定値が表示されたためと思われる。次に、図-4.3

表-4.1 ひび割れ調査結果の一例

構造物名	部位	ひび割れ幅(mm)		ひび割れ長(m)		ひび割れ深さ(cm)								劣化推定原因(外観上)
						① tc-to法		② 修正BS法		③ 直角回折波法		採用値(最大値)		
		H22	H23	H23	H23	H22	H23	H22	H23	H22	H23	H22	H23	
a樋門	門柱	0.06	0.06	0.3	0.3	1.6	2.4	2.6	2.6	-	1.9	2.6	2.6	乾燥収縮+凍害
	門柱	0.08	0.10	0.3	0.4	2.5	3.4	1.9	2.9	2.9	3.1	2.9	3.4	
	門柱	0.04	0.04	0.2	0.2	1.4	1.4	1.2	1.8	-	-	1.4	1.8	
b樋門	擁壁	0.15	0.15	1.8	1.8	4.0	4.7	4.2	5.3	5.0	5.0	5.0	5.3	沈下
	擁壁	0.20	0.25	1.8	1.8	6.1	6.3	4.2	5.8	4.3	6.5	6.1	6.5	
	擁壁	0.35	0.35	1.8	1.8	8.5	8.9	10.0	10.4	7.5	10.8	10.0	10.8	

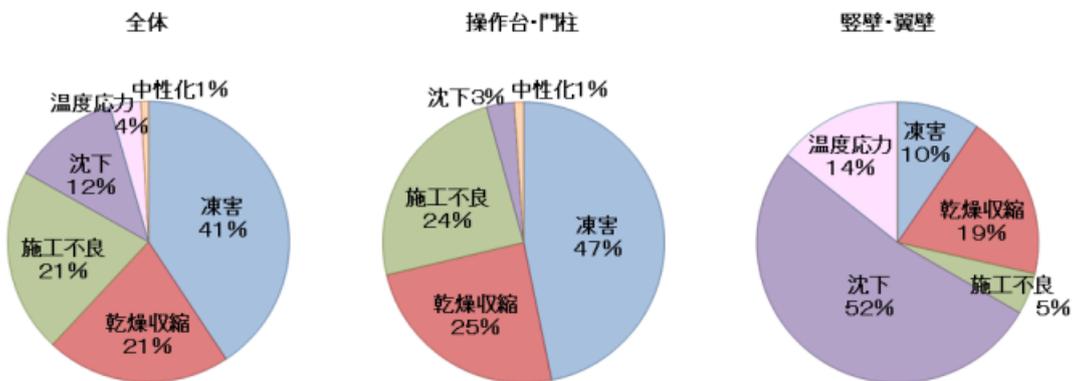


図-4.1 ひび割れ発生の主な原因

に、ひび割れの主な原因が凍害劣化によると思われる操作台と門柱（21 樋門、49 箇所）における、H22 年度と H23 年度の測定値の比較を示す。なお、これらのひび割れは部材を貫通していないひび割れである。1 年後を比較すると、ひび割れ長さにはあまり変化はないが、ひび割れ幅、ひび割れ深さは進行している箇所が多い結果となった。今回、1 年後の比較であるため、測定値の変化は数値的には微量であったが、ひび割れ深さが大きくなる箇所が多く、特に、幅 0.2mm 以上では、すべて箇所でひび割れ深さが大きくなる結果となった。このことから、凍害劣化によって、ひび割れが徐々に進行している状態を超音波測定で確認できたとと言える。

4.2 ひび割れ注入材の充填確認調査結果

写真-4.1、表-4.2 および図-4.4 に、削孔内の状況例、各削孔コアの調査結果表、および注入材別のコンクリート表面から 10cm 深さまでの注入充填率を示す。エポキシ樹脂系注入材は、注入充填率 100% も多く、ひび割れ幅の大小にかかわらず、高い充填率となった。一方、セメント系注入材は、ひび割れ幅が小さいほど、注入充填率が低くなる傾向が見られ、コンクリート表

面からすぐに注入充填率が大きく低下している。実際のひび割れは斜め方向や幾度にも屈曲している場合が多く、これらが大きいほどひび割れの実長さは長くなり、注入への影響も大きくなると考えられる。そこで、ひび割れの実長さを測定してコンクリート表面からの鉛直深さとの比（以下、ひび割れ長さ比＝ひび割れ実長さ／鉛直深さ）を算出し、コンクリート表面からの深さ 5cm と 10cm におけるひび割れの長さ比と注入充填率との関係を図-4.5 に示した。両注入材ともに、ひび割れ長さ比と注入充填率との間に特に相関は見られなかった。このことから、今回の結果では、セメント系注入材の注入充填率は、ひび割れの方向や屈曲の影響よりも、ひび割れ幅の影響が大きいことが確認できた。なお、ひび割れ注入工法の注入充填率の測定方法と評価方法に明確な基準はないが、仮に注入充填率 80% 以上を閾値として今回の測定結果に当てはめると、深さ 10cm の場合、エポキシ樹脂系注入材は 6 試料中 5 試料（83.3%）、セメント系注入材は、5 試料中 2 試料（40.0%）が注入充填率 80% 以上となった。深さ 5cm としても結果は同じであった。以上の結果から、実際の注入工事において、注入不足が現実には生じている現状や注入材の種類による充填状況等がある程度把握す

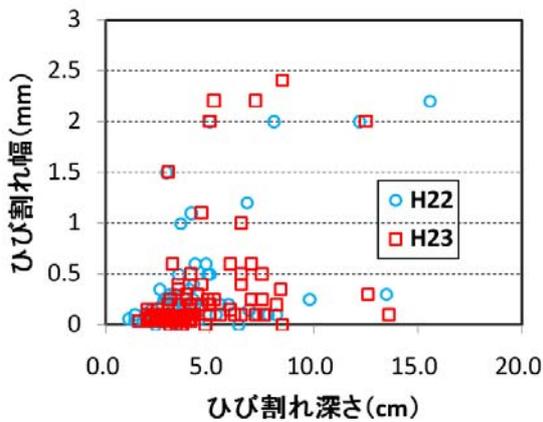


図-4.2 ひび割れ幅とひび割れ深さの関係

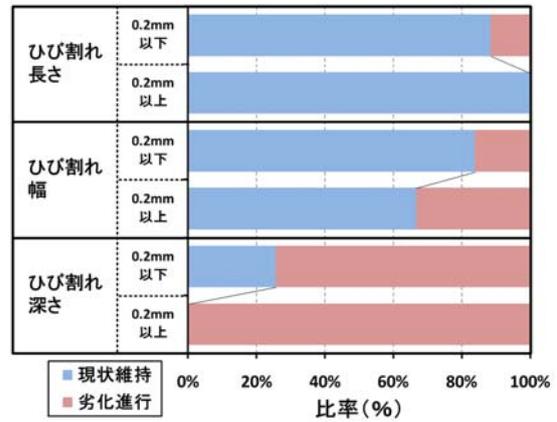


図-4.3 ひび割れ調査測定値 1 年後の比較



写真-4.1 削孔内の状況例

表-4.2 各削孔コアの調査結果

橋梁A 幅 0.1mm セメント系 10cm充填率 31.3%		橋梁B 幅 0.2mm セメント系 10cm充填率 19.8%		橋梁E1 幅 0.2mm エポキシ系 10cm充填率 98.0%		樋門A 幅 0.3mm エポキシ系 10cm充填率 100.0%	
樋門B2 幅 0.35mm セメント系 10cm充填率 70.5%		橋梁C 幅 0.6mm セメント系 10cm充填率 89.5%		樋門B1 幅 0.35mm エポキシ系 10cm充填率 99.5%		橋梁E2 幅 0.4mm エポキシ系 10cm充填率 74.5%	
橋梁D 幅 1.2mm セメント系 10cm充填率 93.0%				覆道A 幅 0.6mm エポキシ系 10cm充填率 100.0%		覆道B 幅 1.3mm エポキシ系 10cm充填率 100.0%	

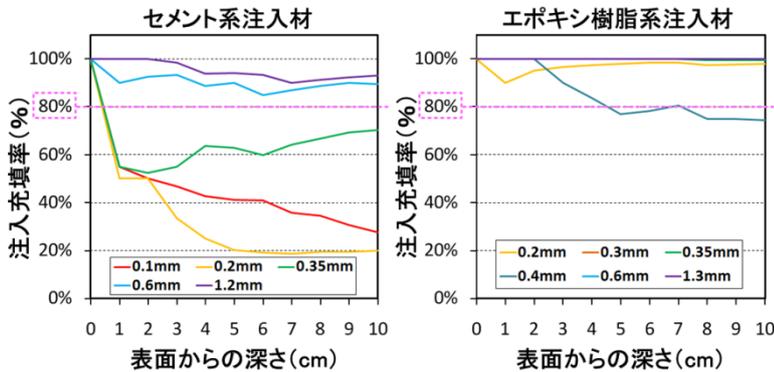


図-4.4 深さ毎の注入充填率（注入材別）

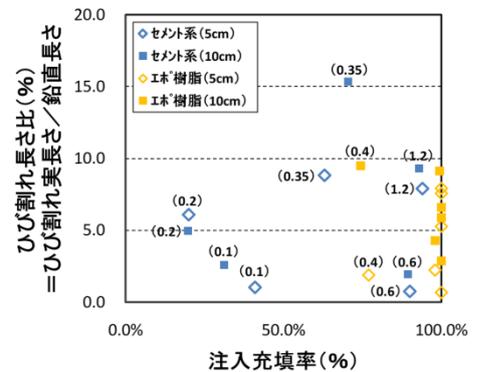


図-4.5 ひび割れ長さ比と注入充填率

ることができた。なお、今回、実構造物でコアを削孔した状態において、直径 5cm のコアでは途中でひび割れがコアから外れる、鉄筋に沿ったひび割れなどは鉄筋位置までしか削孔できないなどの不具合もあった。しかしながら、修復後の品質評価方法を考えると、コアの直径を大きくすることや削孔個数を多くすること等は、修復構造物の損傷や美観等を損ねる原因となるため望ましくないと思われる。したがって、コアの削孔で充填確認を行う場合は、直径は 5cm 程度、削孔長さは、斜めひび割れや鉄筋のかぶり等を考慮して 10cm 程度が適当であると思われるが、注入充填率の違いによる耐久性等の評価は明らかとなっていないことから、表面から深さ 10cm までの注入充填率で評価することの妥当性も含めた検討が今後必要である。

5 室内実験結果

5.1 凍結融解試験

図-5.1 に各注入材単体の相対動弾性係数、および図-5.2 に各試験ケースにおける相対動弾性係数の結果を示す。注入材単体では、エポキシ系、アクリル系、

ポリマー系ともに、ほぼ同一の結果で耐凍害性は良好であり、あまり差異は見られなかった。一方、超微粒子ポリマーセメント系は耐凍害性が低い結果となった。次に、模擬注入供試体では、母体が AE 減水剤等を使用していない凍害劣化し易いコンクリートであるため、すべてのケースにおいてサイクル数の増加に伴い相対動弾性係数は大きく低下しており、耐凍害性は低い結果となった。また、全体的に注入供試体よりも接着供試体のほうが相対動弾性係数の低下が大きい傾向が見られた。これは、切断面よりも割裂面のほうが比表面積は大きいことから、注入供試体のほうが接着力が大きくなったためと考えられる。しかしながら、今回は各主成分 1 製品による結果であることから、今後さらにデータの収集が必要である。

5.2 超音波測定結果

図-5.3 に凍結融解サイクル毎における接着供試体内部の超音波伝播速度（以下、速度）分布を示す。全てのケースにおいて、サイクル数の増加に伴い、接着部分から内部に向かって徐々に速度が遅い範囲が広が

13.5 コンクリート構造物の長寿命化に向けた補修対策技術の確立

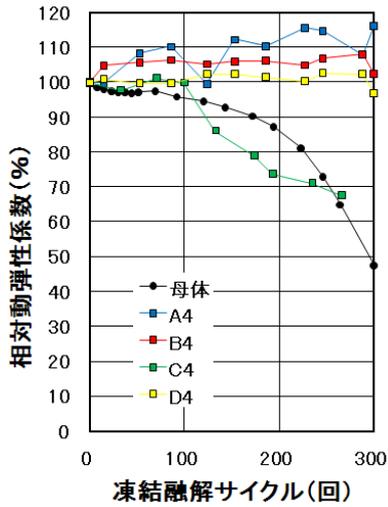


図-5.1 母体および注入材単体の相対動弾性係数

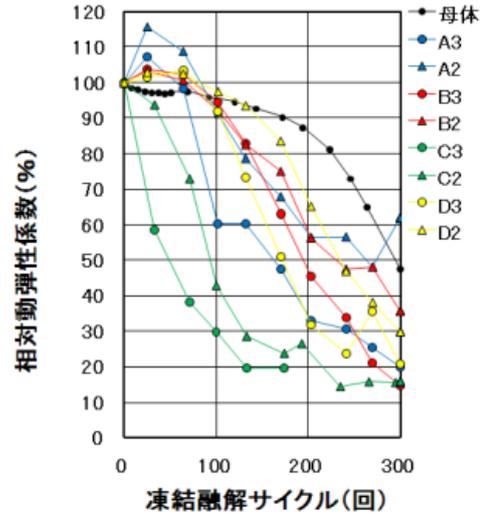


図-5.2 試験ケースの相対動弾性係数

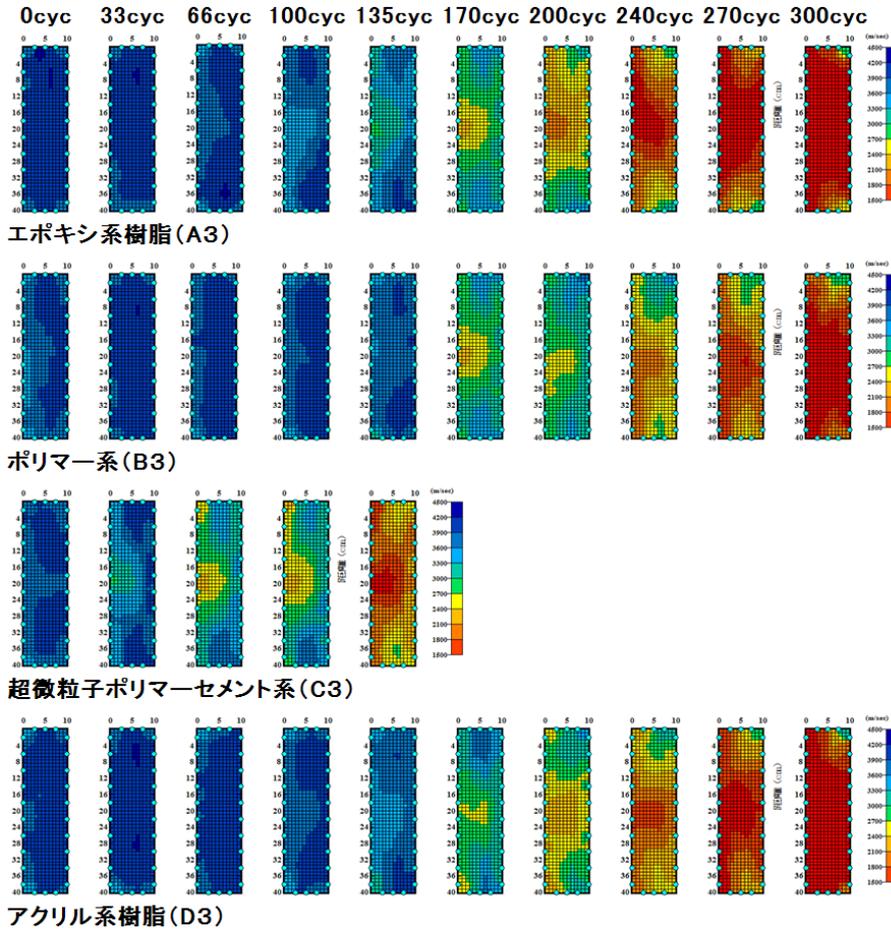


図-5.3 超音波トモグラフィー法の結果

る結果となった。速度が遅い箇所は何らかの異常が生じた箇所であるが、サイクル数が進んでからこの現象が発生していることから、凍結融解作用によって、母体と注入材との間に微細な剥離（隙間）が発生し、そこから水分が浸入し徐々に凍害による劣化が進行した結果であると推測される。主成分別でみると、エポキ

シ系、ポリマー系、アクリル系は、170 サイクル頃から接着部分に部分的に劣化が発生し、300 サイクルまでに徐々に全体に劣化が進行しているが、最終的に剥離は生じていない。前項の凍結融解試験結果において、これら3主成分の注入材単体の凍害劣化はほとんどないことから、これらの注入材については、母体と

13.5 コンクリート構造物の長寿命化に向けた補修対策技術の確立

注入材との接着力が凍結融解作用によって低下したと考えられる。これに対し超微粒子ポリマーセメント系は、66 サイクル頃に接着部分が劣化し始め、133 サイクルで母体全体に劣化が進行し、その後母体の剥離が生じている。超微粒子ポリマーセメント系は、単体においても耐凍害性があまり良い結果ではなかったことから、注入材も凍害劣化したことにより母体との接着不良が急速に進行し、早い段階で剥離に至ったと考えられる。

6. まとめと今後

ひび割れ修復工法に関して、補修対策工法の修復実態や環境等に起因する不具合事例ならびに要求性能等の整理、地域特性や施工環境の違いによる材料特性・施工性・耐久性に関する室内試験、および実環境下での暴露試験および試験施工等による施工性・耐久性等の検討において、実構造物による注入材の充填確認調査および室内実験を行った結果、以下の知見を得ることができた。

- (1) エポキシ樹脂系注入材は、ひび割れ幅にかかわらず、高い注入充填率となった。
- (2) セメント系注入材はひび割れ幅が小さいほど、注入充填率が低くなる傾向となった。
- (3) 凍結融解作用により母体と注入材の接着力等が低下し、徐々に凍害劣化が内部に進行する。
- (4) セメント系注入材の注入充填率は、ひび割れの屈曲や斜め方向等の影響よりもひび割れ幅の影響の方が大きい。

今後、注入充填率と耐久性の関係、注入充填確認方法や簡易測定法等の検討、暴露試験による耐久性の検証等を行い、ひび割れ注入工法の施工管理方法等についての提案および積雪寒冷地に適した施工管理方法や耐久性について検討していく。さらに、充填材についても今後実験を進めていく。

参考文献

- 1) 瀬野康弘, 魚本健人; ひび割れ注入補修における注入時間と注入量の予測に関する基礎的研究, 土木学会論文集 E, vol. 64, No. 1, pp. 160-172, 2008. 2
- 2) 山口岳思, 鎌田敏郎, 寺田孝, 六郷恵哲; 超音波によるコンクリートひび割れ注入材の充填確認方法, コンクリート工学年次論文集, vol. 27, No. 1, pp. 1681-1686, 2005

- 3) 独立行政法人土木研究所; コンクリートひび割れ部の塩分浸透性と鋼材腐食に関する暴露試験, 土木研究所資料第 4130 号, 2009. 1
- 4) 渡辺博志; コンクリート構造物の信頼性の向上—ひび割れの影響—, 土木技術資料 平成 24 年 1 月号, pp. 42-45, 2012. 1
- 5) 遠藤裕丈, 田口史雄, 名和豊春; スケーリングの進行性に及ぼす凍結融解を受けるまでの期間の暴露環境の影響, 土木学会論文集 E, Vol. 66, No. 3, pp. 348-365, 2010. 9
- 6) 田口史雄, 小尾稔, 遠藤裕丈; コンクリートの凍害および塩害による複合劣化に関する調査, コンクリート工学年次論文集, Vol. 28, No. 1, pp. 971-976, 2006
- 7) 竹田宣典, 十河茂幸; 凍害と塩害の複合劣化作用がコンクリートの耐久性に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol. 23, No. 2, pp. 427-432, 2001
- 8) 日本コンクリート工学協会; コンクリートのひび割れ調査、補修・補強指針 2009, p. 121, 2009. 3
- 9) 魚本健人, 加藤潔, 広野進; コンクリート構造物の耐久性診断シリーズ 5 コンクリート構造物の非破壊検査, 森北出版, pp. 33-36, 1990. 4
- 10) 平田隆祥, 魚本健人; 超音波法によるコンクリート構造物のひび割れ調査に関する研究 (1) —複合手法によるひび割れ深さ測定精度の検討—, 東京大学生産技術研究所生産研究 52 巻 10 号, pp. 493-496, 2000. 10
- 11) 土木研究所資料 第 3962 号; 塩分環境下におけるコンクリート中の鉄筋腐食に関する実験的研究, 独立行政法人土木研究所技術推進本部構造物マネジメント技術チーム, 2005. 3
- 12) 魚本健人, 加藤潔, 広野進; コンクリート構造物の非破壊検査, 森北出版, pp. 36-37, 155-157, 1990
- 13) 木村芳幹; 超音波トモグラフィ法によるコンクリート構造物品質の推定, (財) 日本建築総合試験所機関誌 GBRC, Vol. 33, No. 2, pp. 13-21, 2008. 4
- 14) 内藤勲, 田口史雄; 表面被覆補修コンクリート構造物の超音波伝播速度測定による凍害再劣化調査, 土木学会第 64 回年次学術講演会論文集, V-212, 2009. 9
- 15) 内藤勲, 田口史雄, 梶秀樹; 補修したコンクリート構造物の凍害による再劣化診断手法に関する検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会論文集, V-072, 2011. 9

ESTABLISHMENT OF REPAIR TECHNOLOGIES TO PROLONG THE SERVICE LIFE OF CONCRETE STRUCTURES

Budget : Grants for operating expenses
General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Materials Research Team
Cold-Region Technology Promotion Division

Author : TAGUCHI Fumio, BABA Michitaka
NAITOH Isao, YOSHIDA Susumu
ENDOH Hirotake, NONOMURA Yoshinori
NAKAMURA Takuro, YOKOYAMA Hiroyuki
MIYAMOTO Syuji, NAKAMURA Naohisa
SHIBUYA Sunao, KAZUMATA Mitsugu
KITAYA Sakiko, INAGAKI Tatsuhiko
and MURANAKA Tomoyuki

Abstract : The crack filling/sealing technique is used in many cases as a common concrete repair method, but there are cases where cracking recurs due to insufficient filling, bonding failure, etc. This is caused by the fact that the effects of insufficient filling on the required performance of a structure, post-repair durability, the sustainability of the effects of blocking deterioration factors, and the like have not been clarified yet.

In 2011, to review the actual state of repairs by the crack repair method, the defects attributable to the environment or the like, the required performance, and the workability/durability determined by exposure tests and test construction, a basic review was made on the current state of crack filling techniques and post-filling quality control methods by conducting the investigation of cracks in actual structures and the state of fillers after filling in the cracks. Also, as laboratory tests for the material properties, workability, and durability in different regions or environments of construction, freeze-thaw tests and ultrasonic measurements were conducted using simulated crack filling samples, and post-repair freezing damage resistance and the like were investigated.

As a result, in the filling check of fillers by means of core boring, it was found that the filling rate of epoxy resin fillers is high but that of cement fillers decreases as cracking width narrows. In the laboratory test, it was confirmed that as the number of freeze-thaw cycles increases, freezing deterioration progresses from the crack filling location and the deterioration becomes larger gradually toward the inside of the crack.

Key words : crack filling, filling check, ultrasonic measurements, filling rate, freeze-thaw cycles