

論文

無機系含浸材を利用したRC床版の土砂化防止技術に関する基礎的研究

井向日向*, 岩瀬裕之**, 豊吉明彦***

*博士(工学), 岐阜工業高等専門学校助教, 環境都市工学科 (〒501-0495 岐阜県本巣市上真桑 2236-2)

** 博士(工学), 泉建設工業株式会社, 技術研究開発部 (〒503-2417 岐阜県揖斐郡池田町本郷 1094-6)

*** 一般社団法人コンクリート改質協会 (〒466-0064 愛知県名古屋市昭和区鶴舞二丁目 15 番 30 号)

RC床版の土砂化を促進させると考えられる水の侵入を少なくし, 本格的な補修作業までに深刻な劣化が生じないようにする土砂化抑制技術として, 本研究ではRC床版中の潜在ひび割れに無機系含浸材を適用する止水技術を検討した. とりわけ止水効果, 止水効果の持続性, 施工時間について室内実験により検討した結果, 止水効果が見込める含浸材の注入順序, 工程数, 施工時間や, 輪荷重は止水性能を低減することなどが明らかとなった.

キーワード: RC床版, 土砂化, 無機系含浸材, 輪荷重

1. 研究の背景・目的

道路橋の鉄筋コンクリート(以下, RC)床版の損傷形態の一つとして, アスファルト(以下, AS)舗装下におけるコンクリートの土砂化が挙げられる. 土砂化が生じる原因の一つとして, 床版上への水の侵入が考えられている(例えば¹⁾). 土砂化を対策しRC床版の耐久性を向上させるためにAS舗装からの水の侵入を防ぐ防水層(以下, 単に床版防水)が設けられることが多い.

土砂化に対する補修工事は, 交通規制時間短縮の都合上, 必要最小限の範囲となることが多い. 一方, 土砂化したRC床版の周辺には土砂化に伴う潜在的なひび割れが生じている可能性があり, これは必要最小限の補修工事では補修できないことが多い. 潜在ひび割れは新たな土砂化を招いたり, 土砂化速度を促進させたりする可能性がある. 土砂化が顕著な部分だけでなく潜在ひび割れも含めて補修するには, 補修工事範囲よりも広範囲に補修を行う必要がある. ただし, 広範囲の補修・更新は費用の面からも現実的でない. そこで本研究では, 土砂化したRC床版および床版防水の更新作業までに深刻な劣化が生じないようにする, 応急処置的な技術について検討することとした. また, このような応急処置的な技術を検討することの意義はほかにもある. 例えは橋梁メンテナンス分野においては, 地方公共団体が各地域の実情に応じた道路橋の老朽化対策を始めている²⁾. この観点からも地方公共団体が直営施工できるような, 安価かつ容易な土砂化対策技術の確立が重要であるといえる.

現状, 床版防水としてシート系, 塗膜系, 複合系のものが普及している³⁾. しかし, それらの大部分が有機系材料を主成分としているため, 紫外線, 熱, 水分, 酸性

雨などの影響を受けやすく, 床版防水の耐久性に課題が残る. そこで本研究では, 無機系材料の活用を試みる.

以上の背景を踏まえ, 本研究ではRC床版の潜在ひび割れに対して無機系材料を適用することで, 安価かつ容易に潜在ひび割れからRC床版内部への水の侵入を抑制する土砂化対策技術を確立することを目的とする. 本稿の範囲では, 1本のひび割れに無機系材料を適用したときの止水効果, 止水効果の持続性, 施工時間を検討する.

2. 本研究で使用する無機系含浸材

2.1 概要

本研究では表-1に示す3種類の無機系材料を使用した. SおよびSPは, 0.2 mm以下のひび割れを閉塞するのに用いられる. これは主成分であるけい酸カリウムが水酸化カルシウムと反応し, コンクリート中にC-S-Hゲルを生成し, 結果としてひび割れを閉塞するものである. FSは一般的なひび割れ補修に用いられる注入材なので, 単独でも用いることが可能である. 単独で用いられる際にはFSに含まれる高炉スラグが水酸化カルシウムと反応して徐々に固化することによりひび割れが閉塞する. FSは高炉スラグ系微粒子粉体と混和液を混合して使用するのが一般的である. ただし, 混和液を混合して使用する場合, 粘性が過大となり圧入施工が基本となること, 混和液は有機系であることなどの事項が本研究の

表-1 使用した無機系材料の概要

本稿における名称	説明
S	けい酸塩系表面含浸材
FS	高炉スラグ系微粒子粉体 (水で3倍希釈して使用)
SP	2倍濃度けい酸塩系表面含浸材

目的に合致しない。一方、建築物の止水においては、FSが粉体のみで使用されていることもある。そこで研究目的や過去の事例を踏まえ、本研究でもFSは混合液を混合せずに粉体のみを使用することとした。

SおよびSPとFSを組み合わせて使用する場合、図-1に示すようにFSを単独で使用した場合に見られない急速な固化が生じる。FSは成分にクリンカを含むものであり、このクリンカが水和して水酸化カルシウムが生成され、これがけい酸塩系表面含浸材SおよびSPと反応して急速に固化するものと推察される。また、急速な固化が生じた後は水酸化カルシウムとFSに含まれる高炉スラグが反応して徐々に固化していくものと考えられる。以上のように3種の無機系材料を組み合わせることで、止水する効果を短時間で得ることができると推察される。

2.2 無機系含浸材の止水効果に関する予備実験

含浸材SおよびSPと高炉スラグ系微粒子粉体FSを組み合わせて使用した際に2.1節に示す反応が起きることを図-2に示す予備実験により確認した。この予備実験は3種の含浸材を試験的に組み合わせながら使用したとき、図-3に示す模擬ひび割れで生じるひび割れ閉塞過程の可視化を試みたものである。予備実験で確認された主要な止水過程は以下の①～⑦の通りである。①Sを注入する。②FSを注入する。このとき、FSは表面張力によりひび割れ内部に一様に広がっていない。③Sを注入する(2回目)。④FSを注入する(2回目)。このとき、1回目に注入したFSが固化するため1回目よりも止水範囲が広がる。⑤Sを注入する(3回目)。⑥FSを注入する(3回目)。2回目同様に、これ以前に注入したFSが固化するため止水範囲がさらに広がる。⑦SPを注入する。以上の過程を経て、ひび割れ上部(注入面)付近と下部(注入面対面)付近はFSが充填される。

以上の予備実験結果は、本研究で使用する3種の無機系材料を組み合わせて使用したときの止水メカニズムを完全に説明できるものではなく、今後詳細な検討を要する。一方、少なくとも止水効果が得られる過程の一部を説明し得る予備実験結果であると考えている。

3. ひび割れ試験体による止水効果の実験(実験1)

3.1 実験概要

実験1の方法および手順を図-4に示す。内径100mmのVU管に表-2に示す配合のコンクリートを打設し、コンクリートの硬化後、管の長手方向に向かって厚さ50mmに切断・成形した。その後、載荷試験機によりコンクリートに割裂ひび割れを導入した。このように作製した割裂ひび割れを有するコンクリートを試験体とした。

予備実験に倣い、試験体のひび割れに表-3の①～⑧に示す工程で無機系含浸材を注入した。その後約2週間以上、試験体を気中に静置して透水試験に供した。



図-1 FSとSPを混合したときの固化状況

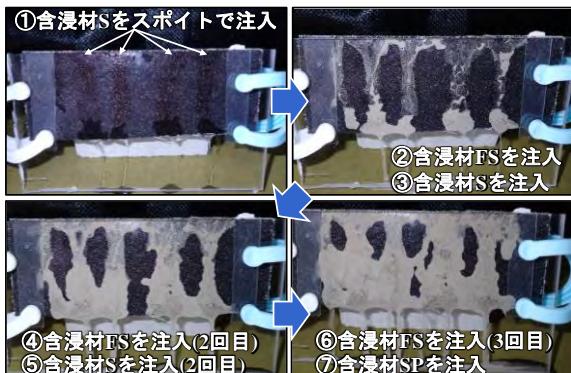


図-2 止水メカニズムに関する予備実験の概要

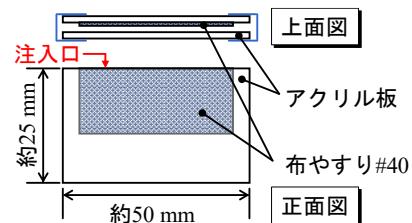


図-3 予備実験に使用した模擬ひび割れ

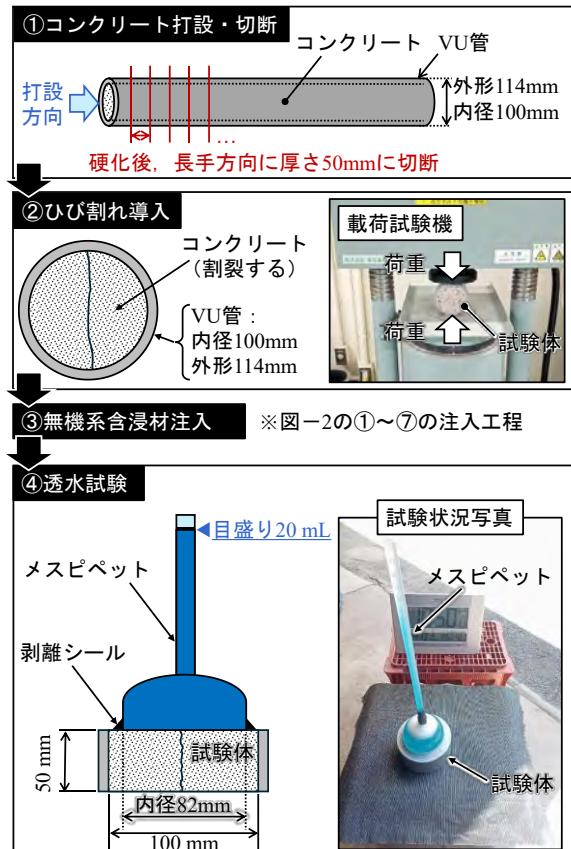


図-4 実験1の方法および手順

表-2 コンクリートの配合および使用材料

スラ ンブ (cm)	空気量 (%)	水セメ ント比 W/C	細骨 材率 s/a	単位量(kg/m ³)				
				W	C	S	G	Ad.
8±2	4.5±1	0.60	0.40	170	283	723	1085	0.06

※使用材料
C : 普通ポルトランドセメント密度 3.16g/cm³
S : 川砂, 表乾密度 2.62g/cm³, 吸水率 1.42%
G : 砕石, 表乾密度 2.62g/cm³, 吸水率 1.83%, 最大骨材寸法 15mm
Ad. : AE 剤 (I種), C×0.02% 使用

表-4 実験シリーズ (実験 1)

No.	検討目的	最終工程*	ひび割れ幅 (mm)***
1	止水順序と工 程数, 塗布量 の確認	1 時間後, 試験体上面 全面に SP 注入	0.30-0.35
2		1 時間後, ひび割れ部 (止水部) に SP 注入	0.45-0.60
3	止水工程の確認 (3, 4), ひび 割れ幅が止水状 況に及ぼす影響 の確認 (4,5,6)	1 時間後, 試験体上面 全面に SP 注入	0.25-0.35
4		1 時間後, ひび割れ部 (止水部) に SP 注入	0.25-0.30
5		1 時間後, ひび割れ部 (止水部) に SP 注入	0.35-0.45
6		1 時間後, ひび割れ部 (止水部) に SP 注入	0.40-0.40

* 表-3 に示す①～⑦の工程を経た後に本表に示す最終工程を行った。

***本表に示すひび割れ幅は、試験体上面（表面）で測定したひび割れ幅の「最小幅-最大幅」である。

表-5 含浸材注入時の各工程における含浸材注入量と透水試験後の試験体内部の止水状況（実験 1）

試験体 No.	ひび割れ幅 (mm)	注入量(g)							透水試験後 内部の止水状況
		①S (1回目)	②FS (1回目)	①S (2回目)	④FS (2回目)	⑤S (3回目)	⑥FS (3回目)	⑦SP	
1	0.30-0.35	2.11	2.01	0.58	0.83	0.99	1.36	0.59	2.01 (上面全面SP) 水みちあり
2	0.45-0.60	2.11	2.00	0.76	0.99	0.87	1.00	0.70	2.00 (止水部にSP) 水みちなし
3	0.25-0.35	0.98	1.58	0.74	0.50	0.39	0.85	1.69	0.40 (上面全面SP) 水みちなし
4	0.25-0.30	1.02	1.80	0.66	0.68	0.58	1.00	1.70	1.40 (止水部にSP) 水みちなし
5	0.35-0.45	1.73	2.89	1.34	1.87	1.01	3.99	2.42	1.00 (止水部にSP) 水みちなし
6	0.40-0.40	1.99	3.38	1.41	1.65	0.79	2.50	0.79	1.14 (止水部にSP) 水みちなし

表-4 に実験シリーズを示す。含浸材注入の最終工程と、試験体上面のひび割れ幅が異なる。

含浸材を注入した後の透水試験は JIS A 6909 の B 法に準拠して実施した。含浸材注入後の試験体に容量 20 mL のメスピペットを剥離シール材により接着し、目盛り 20 mL まで注水した。その後 7 日間、毎日透水量を測定した。また、透水試験終了後、蛍光塗料を混入した水を試験体下面側のひび割れ部から透水させた。その後、試験体を VU 管から取り出すことでひび割れ面に沿った試験体内部の止水状況（水みち）を観察した。

3.2 実験結果および考察

表-5 に含浸材注入時の各工程における含浸材注入量および透水試験後の試験体内部の止水状況を示す。各工程に要する時間は 2 分以内であった。各工程における含浸材注入量は、試験体のひび割れの状況などによって注入状況が異なったため試験体ごとに差が見られる。試験条件による明確な傾向を見出すことはできない。

透水量の経時変化を図-5 に示す。同図にはひび割れのない試験体で測定した透水量の経時変化も併記した。すべての試験体において、透水試験開始早期での透水量が大きく、その後時間経過に伴い透水量が少なくなる傾

表-3 含浸材の注入工程 (実験 1)

順序	工程	次の工程までの時間
①	試験体を水に浸す	①から約 60 分後
②	含浸材 S 注入	①から約 30 分後
③	含浸材 FS 注入	②から約 5 分後
④	含浸材 S 注入	③から約 30 分後
⑤	含浸材 FS 注入	④から約 5 分後
⑥	含浸材 S 注入	⑤から約 30 分後
⑦	含浸材 FS 注入	⑥から約 5 分後
⑧	含浸材 SP 注入	各工程へ (実験変数)

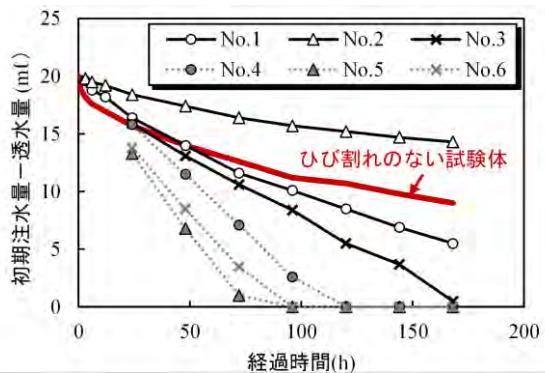


図-5 透水量の経時変化 (実験 1)

向が確認される。透水試験後の止水状況で水みちが観察されなかった試験体がほとんどであったのにも関わらず透水量の経時変化が生じているのは、ひび割れを有しないコンクリートであっても吸水するからである。

表-5 および図-5 より、ひび割れ幅、含浸材注入量、水みちの状況がほぼ同じである No.3 と No.4 の比較から、試験体上面全面に SP を注入した方が透水量は小さい。また試験体 No.4～No.6 の透水量の結果を比較すると、ひび割れ幅が大きい方が透水量は大きくなる傾向にある。

一方、得られた結果を俯瞰した際にいくつかの疑問が残る。試験体 No.3～No.6 は水みちが観察されなかつても関わらず、水みちが観察された No.1 よりも透水量が大きい。この原因の一つとして、透水量試験前の水の浸漬時間が十分でなく、透水試験時にひび割れ内に侵入した水がコンクリートへ吸水された可能性が挙げられる。また、現時点では原因が特定できない結果もある。例えば、最終工程とひび割れ幅がほぼ同じである No.1 と No.3 を比較すると、水みちのない No.3 の方が透水量は大きい。また、含浸材の注入量がほぼ同じ No.1 と No.2 の透水量を比較すると、水みちが観察された No.1 よりも水みちが観察されなかつた No.2 の方が透水量は小さい。これらの原因には、水の浸漬時間が十分でなかつたことに加

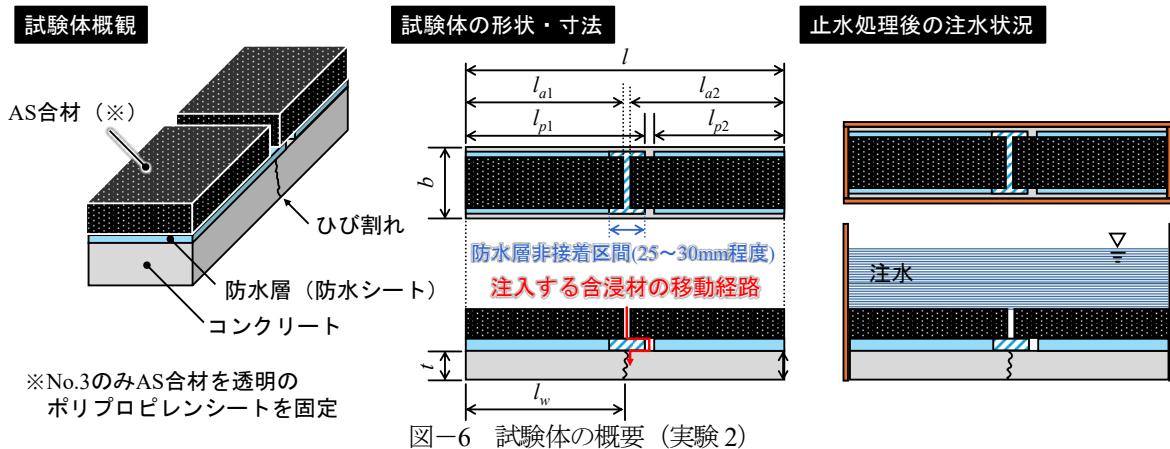


図-6 試験体の概要 (実験 2)

表-6 試験体の寸法・形状 (実験 2) (単位 : mm)

No.	ひび割れ幅*	b	l	t	l_{a1}	l_{a2}	l_{p1}	l_{p2}	l_w
1	0.40-0.65	100	340	24	170	170	190	150	175
2	0.50-1.00	100	340	13	170	170	190	150	175
3	0.40-0.65	100	300	24	170	130	170	130	160

*本表に示すひび割れ幅は、試験体上面（表面）で測定したひび割れ幅の「最小幅 - 最大幅」である。

ここに、 b : 試験体幅, l : 試験体長さ, t : 試験体厚さ, l_{a1} および l_{a2} : AS 合材の長さ, l_{p1} および l_{p2} : 防水層の長さ, l_w : 試験体端部からコンクリートのひび割れ位置までの長さ

表-7 各工程における含浸材の注入量と止水後の漏水状況 (実験 2)

試験体 No.	ひび割れ幅 (mm)	注入量(g)							漏水状況
		①S (1回目)	②FS (1回目)	③S (2回目)	④FS (2回目)	⑤S (3回目)	⑥FS (3回目)	⑦SP	
1	0.40-0.65	20.00	7.89	1.59	2.80	不実施	不実施	2.48	漏水あり
2	0.50-1.00	20.00	6.02	1.40	3.80	不実施	不実施	2.25	漏水なし
3	0.40-0.65	1.58	6.05	1.71	2.24	1.86	不実施	2.83	漏水あり

えて、例えば、試験体表面のひび割れ幅が試験体内部のひび割れ状況と対応していないことや、含浸材の中で比較的粘性の高い FS が内部のひび割れ幅が大きい場合に充填されて止水効果が高くなったことなどが挙げられる。今後、詳細に検討する必要がある。

4. 注入した無機系材料の流動過程に関する実験 (実験 2)

4.1 実験概要

試験体の概要を図-6 に、試験体の寸法・形状を表-6 にそれぞれ示す。試験体はひび割れを有するコンクリートをあらかじめ用意し、その上に防水層（防水シート）を接着した後、AS 合材を敷設して作製した。図-6 に示すように防水層はひび割れに平行する隙間があり、ひび割れ位置より 30 mm 程度離れた箇所に位置するように接着した。また、ひび割れと重なる防水層を接着する際には、ひび割れを含む 25~30 mm の区間を非接着区間とし、この区間では防水層を接着していない。これは実務において防水層が土砂化などにより破断した場合を想定している。AS 合材は打継目ができるように敷設した。表-6 に示した試験体 No.3 のみは AS 合材の代わりに透明のポリプロピレンシートを防水層上部に固定し、AS 合材と防水層の間で注入した含浸材の移動経路を観察した。

試験体の作製後、実験 1 と同様に含浸材の注入をして止水処理を行った。含浸材は AS 合材の打継目から注入

した。No.3 はポリプロピレンシートの隙間から含浸材を注入した。使用した含浸材と含浸材の注入工程は、実験 1 の表-3 に示した工程と同じである。ただし、試験体の形状・寸法の違いを考慮して最終工程は省略した。

止水処理後、試験体内部の吸水状態を平衡させるために約 1 週間、水を試験体全面に定期的に噴霧した。その後、図-6 右側に示すように止水処理した面を水で満たし、以後定期的に試験体の止水処理面の対面側を確認することで漏水状況を定期的に観察した。また、試験終了後、AS 合材を敷設した試験体 No.1 と No.2 は、試験体をひび割れに沿って割裂して AS 合材と防水層の間の含浸材の充填状況を確認した。

4.2 実験結果および考察

表-7 に各工程における含浸材の注入量と止水後の漏水状況を示す。注入工程の一部が不実施となっている。これは、不実施の工程の直前の工程において、注入した含浸材が注入面対面から漏れ出し、含浸材がひび割れ内に十分に充填されていると判断されたためである。本実験の範囲でコンクリートのひび割れ位置、防水層の破断位置 AS 合材打継目が異なる場合であっても含浸材が注入面の対面まで到達することが確認された。

止水処理後の漏水状況より、試験体 No.1 および No.3 が漏水あり、No.2 が漏水なしとなっている。各試験体の漏水状況と試験体表面のひび割れ幅の大小に相関がある。



図-7 注入した含浸材の流動過程の観察結果（実験2）

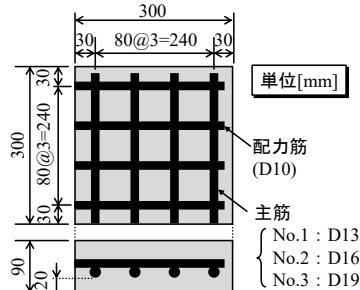


図-8 試験体形状・寸法・配筋

表-8 実験シリーズ（実験3）

No.	試験条件	配筋
1	WT 試験（基準）	主筋 D13, 配筋 D10
2	湛水状態で WT 試験	主筋 D16, 配筋 D10
3	エポキシ化合物塗布, 湛水状態で WT 試験	主筋 D19, 配筋 D10

すなわち、試験体表面のひび割れ幅と、ひび割れ内部の含浸材の充填状況には相関があるといえる。ひび割れ幅が大きい方が、試験体内部のひび割れ幅も大きくなる傾向にあると考えられるので、比較的粘性の高いFSが充填されやすくなり、止水効果が高くなつたと推察される。

図-7に注入した含浸材の流動過程の観察結果を示す。AS合材を敷設した試験体No.1, No.2ではAS合材と防水層の間に含浸材が充填され、ひび割れ部まで含浸材が流動した様子が観察できる。また、No.3では、含浸材SおよびFSを注入した1回目において、ひび割れ部で含浸材の流動が停止する様子が観察された。その後、含浸材SおよびFSを注入する2回目において、ひび割れ部を超えて防水層とポリプロピレンシートの間に含浸材が流動した。No.3で観察された現象が、AS合材を敷設したNo.1とNo.2でも同様に生じていると推察される。

5. 無機系含浸材の止水効果の持続性の検討（実験3）

5.1 実験概要

供用下の道路橋の代表的な作用である輪荷重が無機系含浸材による止水効果の持続性に及ぼす影響を検討する。

(1) 試験体の作製

図-8に試験体の寸法・形状・配筋を示す。また、表-8に実験シリーズを示す。試験体は実験1と同じ使用材料および配合（表-2）のコンクリートを打設して作製した。ホイールトラッキング試験（以下、WT試験）の制約により、打設後の試験体を300×300×90mmの形状・寸法に成形した。なお、本試験では主鉄筋径が各試験体で異なる。しかし、載荷荷重の大きさを考慮すると、鉄筋径の違いはほとんど無視できることみなせるので、定性的には試験条件による違いを考察できると考えている。

図-9にひび割れ導入方法の概要を示す。試験体は打設後28日間気中養生した後に3点曲げ載荷によりひび割れを導入した。導入したひび割れの幅を制御するため

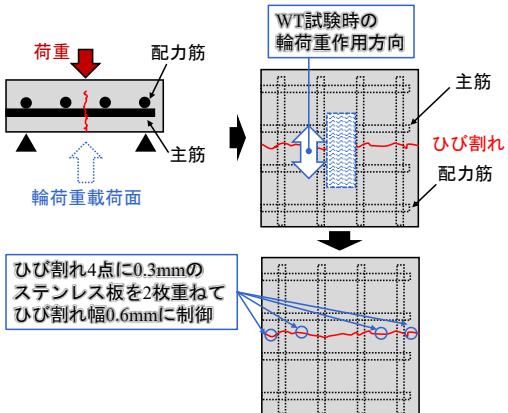


図-9 ひび割れ導入方法の概要（実験3）

表-9 含浸材の注入工程（実験3）

順序	工程	次工程までの時間
①	試験体を水に浸す	
②	含浸材 S 注入	①から約 30 分後
③	含浸材 FS 注入	②から約 5 分後
④	含浸材 S 注入	③から約 30 分後
⑤	含浸材 FS 注入	④から約 5 分後
⑥	含浸材 SP 注入	⑤から約 120 分後
⑦	ひび割れ所上面に含浸材 SP 塗布 約 60 分, 水を試験体に噴霧	
⑧	(No. 3) エポキシ化合物塗布	

に、0.3mm厚のステンレス板を2枚重ねてひび割れ内に挟み込み、ひび割れ幅が約0.6mmとなるようにした。

表-9にひび割れ導入後の止水処理工程を示す。①～⑥の工程は各試験体で共通である。No.3はこれらの工程後に、含浸材を保護する目的で多官能、水溶性、高反応性を有するエポキシ化合物をひび割れ部表面に塗布した。

(2) WT試験後の透水試験

図-10に透水試験の概要を示す。透水試験はJIS A 6909のB法に準拠する方法で実施した。メスピペットを試験体表面のA点、B点の2箇所に接着して試験した。WT試験の前後で透水試験を実施した。WT試験前の透水試験は含浸材注入から約2週間後に実施した。試験開始時にはメスピペットの目盛り20mLまで注水し、その後7日間、毎日透水量を測定した。

(3) WT試験の方法

標準的なWT試験はAS舗装の耐流動性の評価を目的としている。標準試験条件に基づき、検討目的に合致するように試験条件を変更した。表-10にWT試験の標準

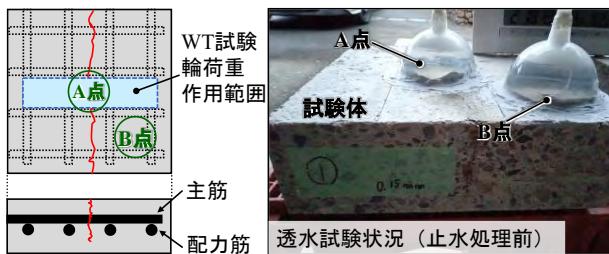


図-10 透水試験の概要（実験3）

表-11 各工程における含浸材の注入量（実験3）

試験体 No.	注入量(g)						漏水 状況	
	①S (1回目)	②FS (1回目)	③S (2回目)	④FS (2回目)	⑤SP 3回目以降	⑥SP (上面)		
1	3.62	2.19	1.52	1.00	不実施	4.45	6.20	漏水無
2	3.81	2.02	1.19	1.73	不実施	3.36	6.35	漏水無
3	4.01	2.50	1.01	1.60	不実施	3.46	6.50	漏水無

試験と本研究における試験の条件をまとめた。これらの変更内容の妥当性については今後詳細な検討をする。

WT 試験では試験体のひび割れに直交するように輪荷重を載荷した。また、試験体下部に支持材を設けることで、載荷条件を 2 点支持条件の移動荷重の載荷とした。試験体 No.2 および No.3 は WT 試験開始時に試験体表面に水を注ぎ、載荷中、常時湛水状態とした。

5.2 実験結果および考察

(1) 止水処理の各工程における含浸材の注入量

表-11 に止水処理の各工程における含浸材注入量を示す。各工程に要した時間は一部の工程を除き 2 分以内であった。含浸材 S および FS を 2 回注入した時点で、含浸材がひび割れ部に飽和したため、これらの含浸材は表に示すようにそれ以上注入していない。

(2) 透水試験結果

図-11 に透水試験結果の代表的な結果として WT 試験前後の各試験体の A 点における透水量の差および B 点の代表的な結果として試験体 No.1 の B 点の透水量を示す。なお、No.2, No.3 の B 点の結果は試験結果のばらつきが大きく、実験方法等も含めた検討が今後必要である。

No.3 を除いて、WT 試験前よりも WT 試験後の方が、より大きな透水量を示した。この理由は、以下のように考察できる。WT 試験の輪荷重は繰り返しの移動荷重であるので、試験体のせん断力の分布も荷重の移動に伴い変化する。各試験体のひび割れは試験体中央部に導入されている。試験体中央部は、今回の WT 試験の輪荷重の移動範囲を考慮すると、正負のせん断力が交互に繰り返し作用する部分である。この作用が含浸材を損傷させ、止水性能を低下させたものと推察される。

一方、No.3 は WT 試験の前後で透水量がほとんど変わらず、止水性能に及ぼす輪荷重の影響が認められない。No.3 は他の試験体の止水工程に加えて、エポキシ化合物を塗布する工程を経た試験体である。したがって、エポキシ化合物を塗布時に輪荷重の作用による止水性能の低下を防ぐことができる可能性が本試験の範囲で示された。

表-10 WT 試験の標準条件と本研究の条件の相違点

項目	標準試験条件	本研究の試験条件
供試体	長さ 300mm×幅 300mm ×厚さ 50mm	長さ 300mm×幅 300mm ×厚さ 90mm
荷重	686±10N (接地圧 0.63MPa)	980N (各輪+30kg 追加)
試験温度	60°C	常温（試験室温）
試験時間	60 分または 供試体 25mm 变形まで	120 分
試験結果 の整理	動的安定度 DS (回/mm), d0 (mm)	なし (透水試験により評価)

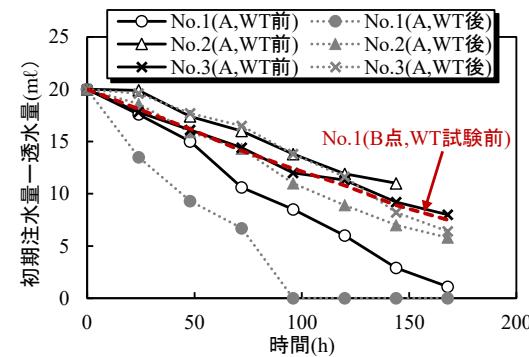


図-11 透水試験結果（実験3）

6. まとめ

- 実験 1 より、含浸材の注入順序および注入量を試験的に定めたところ、止水効果が確認された。
- 実験 2 より、RC 床版のひび割れの位置、防水層の破断位置、AS 補装のひび割れ位置がそれぞれ異なっていても、無機系含浸材がひび割れ部に到達するのみならずひび割れ部を超えて流動すること、および含浸材は注入面対面まで流動することを本研究の範囲において確認した。
- 実験 3 より、輪荷重は止水性能を低下させることが WT 試験前後の透水量により確認された。
- 本研究の範囲で実施した止水工程を厚さ 50mm の試験体で 3 回ほど繰り返せば止水効果が得られるこことを確認した。この作業工程は 3 時間以内である。

謝辞

本研究は中部地域づくり協会の令和 5 年度研究助成を受けて実施しました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 上仙靖ほか：道路橋コンクリート床版の土砂化に関する調査－撤去床版の劣化状況と土砂化の調査方法－、土木研究所資料、第 4442 号、2023.3.
- 木下義昭：自治体職員が直営施工を実践する手づくりの橋梁メンテナンスの構築、土木学会論文集 F5 (土木技術者実践)、Vol.76、No.1、pp.52-65、2020.
- 日本道路協会：道路橋床版防水便覧、2007.3.