

橋面舗装端部・施工打継目等防水工法の新たな評価法の開発とその効果

(国研) 土木研究所 (現: (株)NIPPO) ○室井和也

(国研) 土木研究所 川上篤史 藪雅行

1. はじめに

道路橋 RC 床版の劣化・損傷は橋面舗装等から侵入した水によって発生、促進される。床版への主な水の浸入経路は舗装端部やアスファルト舗装の施工打継目部、舗装の貫通ひび割れであることがわかっており¹⁾、床版の損傷を防ぐためにも床版への水の侵入防止対策が極めて重要となる。しかし、舗装端部や施工打継目に施工される防水工法は、道路橋床版防水便覧等においても評価方法は明らかになっていない。本稿では橋面舗装端部や施工打継目等における防水工法の新たな評価法の開発とその効果について検討を行ったので、その結果を報告する。

2. 研究方法

本研究では、防水工法の評価法として電気抵抗の計測による水分検知技術²⁾を活用し、凍結融解による評価、および交通荷重を模したホイールトラッキング(WT)試験による評価法を新たに開発・実施した。さらに、舗装端部の水密性を高める効果について評価した。

表-1 電気抵抗値と湿潤状況の関係

名称	各試験での電気抵抗値の定義		鋼箔間の湿潤状況
	凍結融解負荷試験	WT負荷試験	
乾燥状態	1.0×10 ⁶ Ω以上を維持している状態	1.0×10 ⁶ Ω以上を維持している状態	乾燥状態
半湿潤状態	5.0×10 ⁵ Ω未満に到達した状態	1×10 ⁶ Ω未満に到達した状態	水滴が存在
完全湿潤状態	1.0×10 ⁵ Ω未満に到達した状態	1.0×10 ⁵ Ω未満に到達した状態	水膜が存在

表-2 凍結融解負荷用供試体

供試体No.	防水工法		アスファルト混合物種
	端部防水工法	表面処理工法	
1	なし	—	密粒アスコン 締固め度 100%
2	アスファルト乳剤	—	密粒アスコン 締固め度 100%
3	注入目地材 (アクリル樹脂製)	—	密粒アスコン 締固め度 100%
4	成型目地材 (L型)	—	密粒アスコン 締固め度 100%
5	塗膜防水材+ 成型目地材 (L型)	—	密粒アスコン 締固め度 90%
6	塗膜防水材+ 成型目地材 (L型)	フログシール	密粒アスコン 締固め度 90%
7	塗膜防水材+ 成型目地材 (L型)	スラリーシール	密粒アスコン 締固め度 90%
8	塗膜防水材+ 成型目地材 (L型)	—	TLAグースアスファルト
9	塗膜防水材+ 成型目地材 (L型)	—	改質グースアスファルト

供試体数: No.1はn=1、No.2はn=2、その他はn=3

(1) 電気抵抗地による防水効果の評価基準

舗装の層間に水が浸入した場合、乾燥した状態と比較して舗装層間に設置した電極間の電気抵抗が低下することが確認されている²⁾が、電気抵抗値は機器の誤差や温度および湿度などにより変化することがあるため、電気抵抗値に閾値を設けて厳密に湿潤状態を判断することが難しい。そこで、銅箔テープ間の湿潤状態を変化させながら電気抵抗値を測定し、表-1 に示す結果を得た。この結果をもとに層間の湿潤状態を判断し、浸水に至るまでの凍結融解サイクル数で防水性の評価を行った。

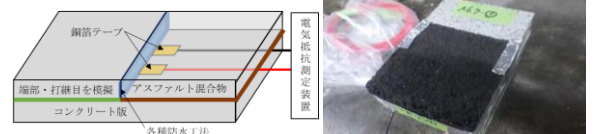


図-1 凍結融解負荷用供試体

(2) 凍結融解試験による防水性評価

評価した防水工法を表-2 および供試体外観を図-1 に示す。橋面舗装の端部や施工打継目に施される塗膜防水材+成型目地材 (L 型)、地覆と舗装に隙間の補修に用いられる注入目地材、比較用として防水工法なし、アスファルト乳剤塗布を対象とした。また、舗装端部の転圧不足対策として締固め度の低いアスファルト混合物 (締固め度 90%) に表面処理工法を適用したケース、およびグースアスファルトも対象とした。防水性の評価は舗装調査・試験法便覧 B069 コンクリートの凍結融解試験(A 法)に準拠した負荷を与えながら、電気抵抗値を経時的に観測することで行った。

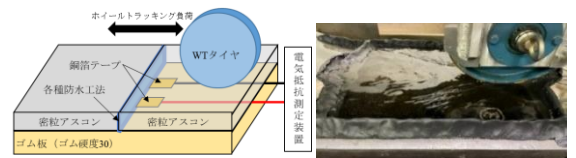


図-2 WT 負荷用供試体

防水性の評価は舗装調査・試験法便覧 B069 コンクリートの凍結融解試験(A 法)に準拠した負荷を与えながら、電気抵抗値を経時的に観測することで行った。

(3) WT 試験機を使用した施工打継目部等の防水性評価

交通荷重による打継目部等の影響を評価するため、施工打継目部を模擬した供試体を作製し、供試体上部に水を張り、WT 負荷を与えながら、電気抵抗値を経時的に観測することで防水性の評価を行った(図-2)。

4. 研究結果

(1) 凍結融解試験による防水性の評価

表-3 に各防水工法において乾燥状態を維持した供試体と半湿潤状態に到達した平均サイクル数を、図-3 に

凍結融解試験による電気抵抗の経時変化を示す（電気抵抗の経時変化見やすくするため、代表的な値の供試体を抜粋した）。TLA および改質グースは、100 サイクルの凍結融解負荷後もすべての供試体が半湿潤状態に至ることはなく、浸水は確認できなかった。半湿潤状態に至るサイクル数の平均値は防水工法無しの場合は 1 サイクル目、締固め度 90%の密粒度アスコンや、 Fogシールを施工した供試体は 50 サイクルに満たなかった。得られた知見を以下に示す。

表-3 乾燥状態を維持した供試体と半湿潤状態に到達した平均サイクル数

No.	防水工法	表面処理工法	乾燥状態を維持した供試体	半湿潤状態に至る平均サイクル数
1	なし	—	0/1個	1
2	アスファルト乳剤	—	0/2個	78
3	注入目地材 (アクリル樹脂製)	—	2/3個	29
4	成型目地材 (L型) 締固め度100%	—	2/3個	56
5	成型目地材 (L型) 締固め度90%	—	0/3個	32
6	成型目地材 (L型) 締固め度90%	Fogシール	0/3個	41
7	成型目地材 (L型) 締固め度90%	スラリーシール	2/3個	73
8	TLAグース	—	3/3個	—
9	改質グース	—	3/3個	—

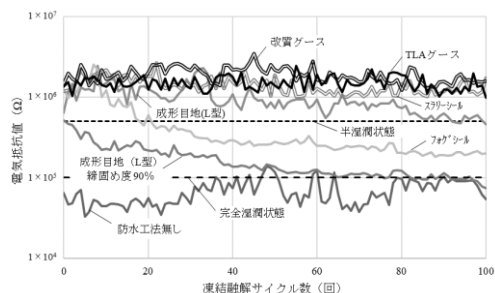


図-3 凍結融解試験による電気抵抗の経時変化

- 最も防水効果が高いのは、TLA および改質グースアスファルトであり、両工法とも防水効果が十分にある。
- 目地材等工法は、L 型成型目地が最も高く、次いでアクリル樹脂系充填剤、アスファルト乳剤、防水工法無しの順となった。
- 密粒度アスコンと比較すると、締固め度が 100%と 90%では防水性に大きな差が生じていた。また、締固め度 90%であってもスラリーシールを施工することで締固め度 100%の供試体と同程度の防水性が確認できた。
- 一方で、 Fogシールを施工した供試体では防水性の向上はほとんど見られなかった。細骨材を含むスラリーシールに対して、 Fogシールは骨材を含まない希釈された乳剤を散布する工法のため、密粒度アスコンの空隙を塞ぎきれなかったと思料される。
- 橋面舗装では端部の転圧が不十分になることが多いことから、転圧を必要としない緻密なグースアスファルトは防水性の向上に有効であり、表層の密粒アスコンの端部にもスラリーシールなどの表面処理工法を行うことで道路橋 RC 床版への水の浸入防止による劣化抑制に寄与できると考えられる。

(2) WT 試験機を使用した施工打継目部等の防水性評価方法

試験開始後 8 時間までの電気抵抗値の変化を図-4 に示す。アスファルト系注入目地は 1 時間程度までには半湿潤状態に達しているが、樹脂系の注入目地は 4 時間程度乾燥状態を保持していた。一方、アスファルト乳剤を使用した供試体は 30 分以内に半湿潤状態に到達したものと、6 時間程度乾燥状態を維持したものがあつた。なお、アスファルト系注入目地を使用したものは、部分的に亀裂や剥がれが確認でき、樹脂系注入目地を使用したものは小さな亀裂が確認できた。当初、完全に破断して浸水すると想定していたが、このような現象により浸水が起こりうる事が分かった (写真-1)。得られた知見を以下に示す。

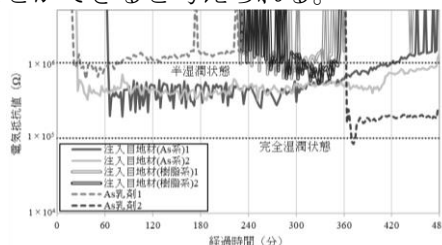


図-4 WT 負荷による電気抵抗の経時変化



写真-1 試験後の供試体化

- 施工打継目部やひび割れ部の防水工法としてアスファルト系および樹脂系の注入目地材やアスファルト乳剤を使用した。最も安定した防水効果が得られたのは樹脂系の注入目地材であつた。
- 注入目地を施工する際は、舗装への付着性と変形への追従性(耐亀裂性)を持った材料の使用が必要である。

5. まとめ

電気抵抗の計測による水分検知技術を活用した凍結融解試験および WT 試験により、防水工法の防水性評価が可能であることが明らかになった。また、この評価法により、床版への水の浸入対策の方法を評価することにより、有効な方法を見出すことができた。

参考文献: 1) 寺田ほか: 床版損傷が発生した橋面舗装の実態調査, 舗装工学論文集 75 巻 2 号, 2019, pp. I-201-I-207 2) 池田ほか:

電気抵抗を用いた舗装層間の水分検知技術に関する基礎的検討, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol. 74th V-68, 2019 年 8 月