

# コンクリート舗装の補修箇所の輪荷重による耐久性評価

加藤祐哉・古賀裕久

## 1. はじめに

適切に設計・施工されたコンクリート舗装は、耐荷性状に優れており、また摩耗抵抗性にも優れているため、路面機能を長期間にわたって維持でき、ライフサイクルコストの低減が期待できる。しかし、既存のコンクリート舗装の状況を調査すると、特に目地部において摩耗や段差、欠けなどの損傷が生じ、路面の平坦性を回復させるために局所的な補修が必要な場合が認められた。このような局所的な補修の場合には、従来から写真-1のようにアスファルト系補修材などを用いた維持工事が行われてきたが、比較的早期に剥離などの再損傷が生じる場合があり、課題となっている。

コンクリート舗装の補修箇所が再損傷を起こさないためには、コンクリート版と補修材が密着し、容易に破損や剥離が生じないことが必要である。また、補修した箇所が、車両による繰返し荷重（輪荷重）や温度変化などの環境作用の影響で、平坦性を損なわないことも求められる。しかし、現状では、コンクリート舗装用の補修材を試験する方法は確立されていない。

そこで筆者らは、東京農業大学、(一社)セメント協会、太平洋セメント(株)、太平洋マテリアル(株)、秩父コンクリート工業(株)、日本道路(株)、大成ロテック(株)、三菱マテリアル(株)、コニシ(株)との共同研究で、補修箇所の耐久性確保に必要な補修材の品質などを検討している。本報では、輪荷重による影響に着目して、補修箇所の耐久性を評価する方法を検討したので、その結果を報告する。

## 2. 補修箇所の室内輪荷重耐久性試験の検討

### 2.1 輪荷重の載荷試験装置

輪荷重が載荷できる既存の室内試験機の1つに、水浸ホイールトラッキング試験機（写真-2）がある。温度60℃で接地圧0.63MPa、686±10Nの輪荷重を42回/分の速度で繰返し載荷する装置である。通常、



写真-1 局所的な補修事例

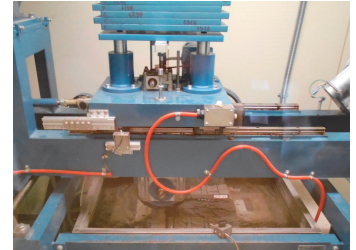


写真-2 水浸ホイールトラッキング試験機

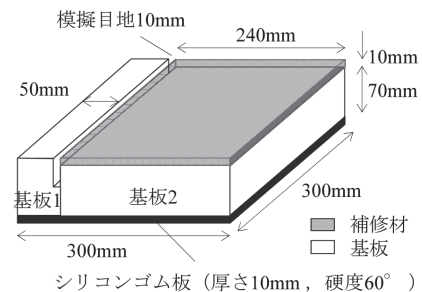


図-1 段差補修を模擬した供試体

表-1 基板コンクリートの配合

W/C (%)	単位粗骨材 かさ容積	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )			
			W	C	S	G
49.2	0.72	39.6	145	295	728	1158

C：普通ポルトランドセメント、S：山砂  
G：硬質砂岩砕石（5号と6号を質量比1:1に混合、G<sub>max</sub>=20mm）

表-2 基板コンクリートの基本性状

目標スランプ*	5.0cm
目標空気量*	4.5%
圧縮強度（28日）	49.0MPa
曲げ強度（28日）	5.60MPa

※適宜、AE減水剤、AE剤を添加し調整

アスファルト混合物の60℃における耐流動性の評価（ホイールトラッキング試験）や水浸時のアスファルト混合物の破損評価（水浸ホイールトラッキング試験）に用いられている。この接地圧0.63MPaは大型車のタイヤ1輪の接地圧よりやや大きい<sup>1)</sup>ため、コンクリート舗装の補修箇所の損傷再現に利用できる可能性があると考え、本試験機を用いた室内輪荷重耐久性試験を検討した。

### 2.2 供試体の形状

段差などの損傷は、目地に隣接する箇所に多いことから、図-1に示すように、この状況を模擬した

表-3 段差補修用補修材

記号	補修材種類	弾性係数 (GPa) ※※	基板の吸水防止処理等
AsM	常温硬化型アスファルトモルタル	—	なし
PCM-a	ポリマーセメントモルタル	26.2	水湿し
PCM-b	ポリマーセメントモルタル	29.8	水湿し
PCM-c	ポリマーセメントモルタル(柔軟型)	3.8	水湿し
RM	エポキシ樹脂モルタル	—	エポキシプライマー

※※弾性係数は20℃封かん養生で材齢28日目に測定

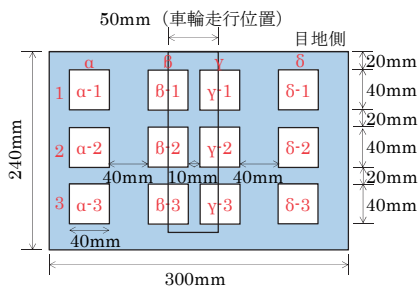


図-2 付着試験の位置 (基板2上面図)

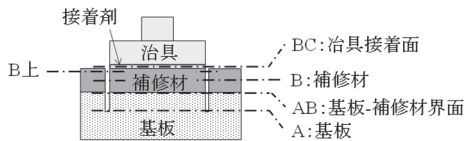


図-3 付着試験の破壊位置の分類

供試体とした。表-1の配合および表-2の基本性状のコンクリートで基板1および基板2を作製し、幅10mmの模擬目地を設けた。基板2の補修材施工面は、ディスクグラインダで軽く研磨し、細骨材を露出させて、施工時の状況を模擬した。

また、車輪が目地部を通過する際に生じる変位も、補修箇所の耐久性に影響を及ぼすと考えられるため、基板1と基板2は試験機の型枠で拘束されるものの、接着せずに分離したままとし、シリコンゴム板を基板の下に敷くことで、目地部の変位の再現を試みた。坂本らの研究<sup>2)</sup>を参考に、試験時の最大鉛直変位0.15mmを目標とし、事前検討<sup>3)</sup>により、硬度60°、厚さ10mmのシリコンゴム板を敷いて試験することとした。シリコンゴム板は、熱の影響を受けても硬度が変化しにくいものとした。

### 2.3 検討に用いた補修材

表-3に示す5種類の段差補修用補修材を用いた。AsMはアスファルト系、PCM-a～PCM-cはポリマーセメント系 (PCM-cは弾性係数の小さな柔軟型のもの)、RMは樹脂系の補修材である。いずれ

もプレミックス品で、補修時の交通規制が短時間で済むように、練混ぜ後2～3時間以内で硬化する材料である。供試体作製の際は、材齢28日以上経過した基板2の補修材施工面に、表-3に示す吸水防止処理等を施し、20℃の恒温室内で、こてを用いて10mm厚となるように施工した。

### 2.4 耐久性試験

試験は、次の①～④に示す手順・条件で行った。

- ① 供試体とシリコンゴム板を60℃の恒温室内で12時間以上養生し、試験機に設置後、60℃の温水を水位が供試体表面の位置となるように満たし、1時間養生した。
- ② 輪荷重の繰返し载荷を1時間行った。この際、車輪は常に同じ位置を通るように設定した。
- ③ 繰返し载荷後、補修材に生じた変状を観察した。
- ④ 輪荷重が補修材の付着強度に及ぼす影響を評価するために、「断面修復材の付着強度試験方法(案)」<sup>4)</sup>を参考に、40mm×40mmの鋼製治具を用いて付着試験を行った。輪荷重の影響が及ぶと考えられる走行影響部6箇所 (図-2のβ列およびγ列) と、輪荷重载荷の影響が少ないと考えられる非走行部6箇所 (図-2のα列およびδ列) で付着試験を行い、その結果を比較した。付着試験を行った際の破壊位置を、図-3に示す記号で分類した。補修材部の破壊「B」のうち、特に表層部薄層 (厚さ1mm未満程度) で破壊した場合は、「B上」と表示した。

## 3. 室内輪荷重耐久性試験の結果

### 3.1 繰返し载荷後の変状

試験前後の供試体の外観を表-4に示す。また、供試体の目地近傍および供試体中央部のわだち掘れ深さを図-4に示す。


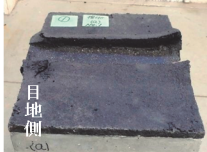
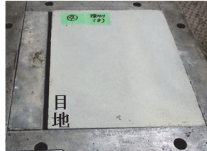
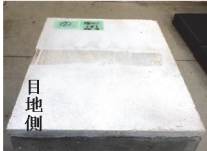
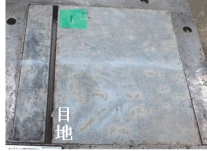


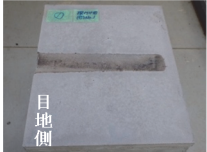

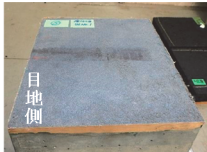
AsMは試験温度60℃で軟化し、顕著なわだち掘れが生じた。両側の盛り上がった部分からのわだち掘れ深さは10mmを超えた。

他の補修材では、PCM-cのみ目地部に写真-3に示す深さ1.5mm程度の欠けが生じた以外は、ほとんど変形せず、高い形状安定性を示した。

### 3.2 付着試験結果

付着試験の結果を図-5～図-8に示す。棒グラフの長さは付着強度の大きさ、色分けは破壊位置の面積割合を示している。なお、大きな変形が生じたAsMは、付着試験を行わなかった。

表-4 室内輪荷重耐久性試験前後の供試体外観

記号	試験前	試験後
AsM		
PCM-a		
PCM-b		
PCM-c		
RM		

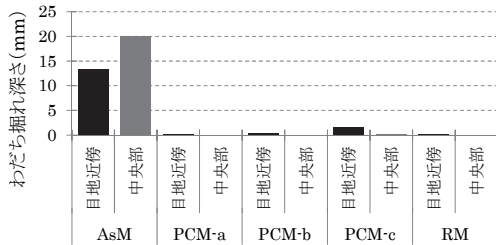


図-4 わだち掘れ深さ



写真-3 目地部の欠け (PCM-c)

走行影響部の付着強度は2MPa以上で、大部分が3 MPa以上の値を示した。破壊位置は基板「A」(写真-4(i)の状態)

または補修材「B」

図-5、図-6、図-8より、PCM-a、PCM-b、RMの(写真-4(ii)の状態)であったが、補修材で壊れた場合も基板と同程度の強度があった。すなわち、基板と補修材の界面の付着強度は、コンクリートの引張(プルオフ)強度以上と考えられ、本試験の輪荷重載荷後においても、十分な付着が保たれていた。試験位置は、目地側から順に○-1、○-2、○-3(○にはα~δが入る)と番号を付けているが、試験位置間の付着強度に明確な差は見られず、輪荷重載荷に

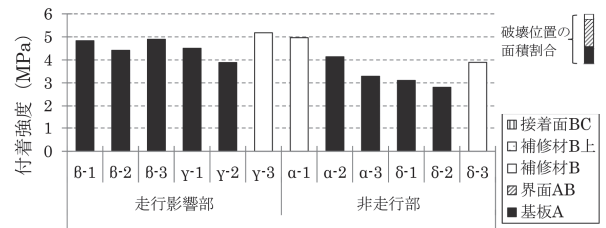


図-5 付着試験結果 (PCM-a)

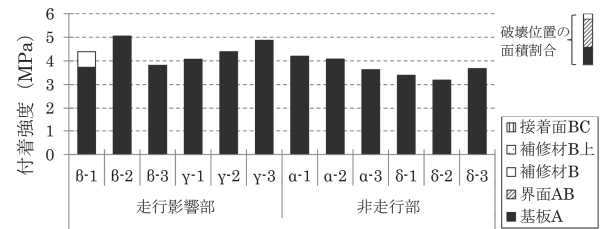


図-6 付着試験結果 (PCM-b)

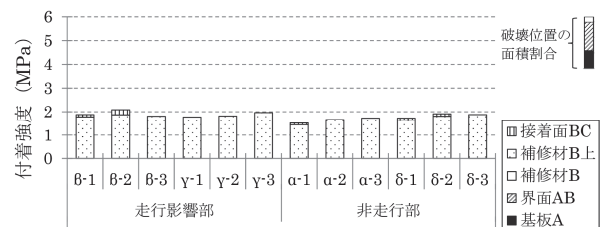


図-7 付着試験結果 (PCM-c)

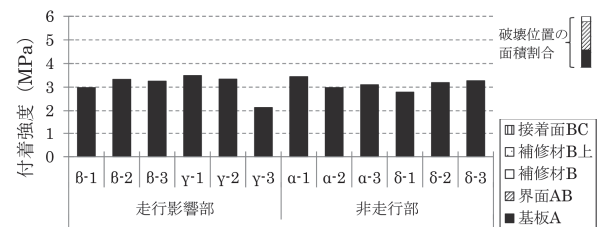


図-8 付着試験結果 (RM)



写真-4 破壊位置の例

よる付着強度への影響は明確でなかった。

図-7より、PCM-cの付着試験結果は、PCM-a、PCM-b、RMとは異なる傾向を示し、試験位置や走行影響部と非走行部によらず、破壊位置は、補修材の表層部薄層における破壊「B上」(写真-4(iii)の状態)であった。PCM-cは他のポリマーセメントモルタルよりも弾性係数が小さい(表-3)柔軟型のポ

リマーセメントモルタルである。得られた付着強度(1.52~2.08MPa)は補修材のプルオフ強度を示していると考えられる。

ただし、全ての試験位置が「B上」であり、一度に大きな塊として剥離することはなかった(写真-4(iii))。このように、表面のごく薄層が剥がれるような破壊形態で、実際の舗装路面においてすり減り等が顕著でなければ、補修箇所の平坦性が急激には損なわれない可能性もある。このような場合は、それほど問題とならない可能性があるが、今後の検討課題である。

#### 4. まとめ

5種類の補修材を用いて、補修箇所を模擬した供試体を作製し、水浸ホイールトラッキング試験機を用いて60℃水浸1時間の条件で室内輪荷重耐久性試験を行った結果、次のことが明らかとなった。

- (1) アスファルト系補修材は、試験温度60℃で軟化し、顕著なわだち掘れが生じたが、ポリマーセメント系および樹脂系補修材は、わだち掘れ等の大きな変形は生じず、夏期における形状安定性が高いことが確認された。
- (2) 柔軟型を除くポリマーセメント系および樹脂系補修材について、輪荷重載荷後の付着強度は、走行影響部、非走行部によらず、また、目地からの距離によらず、基板や補修材のプルオフ強度と同等以上の付着強度を示し、十分な付着が保たれていた。
- (3) 柔軟型ポリマーセメントモルタルでは、他のポリマーセメント系および樹脂系補修材に比べてプルオフ強度が小さく、付着試験では補修材の表層部薄層で破壊した。このような破壊形態を示す補修材の適否は、従来からよく用いられている付着強度では評価できない可能性がある。

#### 5. 今後の検討課題

輪荷重の影響を受ける補修箇所での耐久性については、評価方法が確立されていない。今回は、水浸ホイールトラッキング試験機を用いて評価を試みたが、実際の車両が走行した場合に同様の傾向であるか否か、試験条件の妥当性検証が必要である。



写真-5 舗装走行実験場  
(左：上空からの全景、右：荷重車)

そこで、比較検証のために、土木研究所が所有する舗装走行実験場(写真-5)のコンクリート舗装区間に模擬段差を設け、表-3の補修材で補修した箇所を荷重車で走行させている。

また、実際の路面は輪荷重の他に、温度変化による材料の膨張・収縮などの影響も受けるため、その検討も必要である。そこで、温度変化等に対する耐久性を評価できるような試験も検討し、各試験の結果との比較検討を行っている。

#### 参考文献

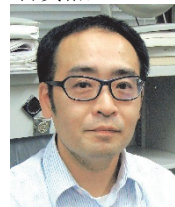
- 1) 日本道路協会：舗装性能評価法—必須及び主要な性能指標編—、pp.44~45、2013
- 2) 坂本康文、七五三野茂、源厚：コンクリート舗装の目地部段差量推定式の検証と精度向上に関する検討、土木学会論文集E1(舗装工学)、Vol.67、No.3(舗装工学論文集第16巻)、pp.I-181~I-187、2011
- 3) 加藤祐哉、川島陽子、古賀裕久：コンクリート舗装用補修材の輪荷重耐久性評価に関する検討、第14回北陸道路舗装会議技術報文集、二-16、2018
- 4) 土木研究所：コンクリート構造物の補修対策施工マニュアル(案)、土木研究所資料第4343号、pp.III-45~III-48、2016.8

加藤祐哉



土木研究所先端材料資源  
研究センター材料資源研  
究グループ 研究員  
Yuya KATO

古賀裕久



土木研究所先端材料資源  
研究センター材料資源研  
究グループ 上席研究  
員、博(工)  
Dr.Hirohisa KOGA