

道路橋における床版や舗装を含む多層構造体のせん断疲労耐久性に関する研究

三重県企業庁 正会員 ○大塚 匠
大阪大学大学院 正会員 大西 弘志
大阪工業大学 フェロー 松井 繁之

飛島建設(株) 正会員 蔡 華堅
大阪大学大学院 正会員 鎌田 敏郎

1. まえがき

橋梁床版はその使用環境において、様々な劣化要因の影響を受けている。RC 床版や鋼・コンクリート合成床版では、コンクリートの乾燥収縮や活荷重に起因する断面力の作用により生じた床版上面のひび割れに、雨水が浸入することで、床版内のコンクリートの劣化が著しく加速されることが分かっている¹⁾。現行の道路橋床版の設計では、この現象を防止するために床版と舗装との間に防水層を設置することになっている²⁾が、その挙動に関しては未だに十分に解明されてはいないのが現状である。そこで、本研究では劣化要因の一つとして考えられている輪荷重の繰返し作用による舗装とコンクリートの接着面への影響に着目した。

本報告では、床版と舗装の間に防水層を有する供試体に対し、環境条件を変化させてランダムホイールトラッキング(RWT)試験機による負荷を与えた後にせん断付着疲労試験を実施し、床版と舗装との界面におけるせん断付着疲労耐久性の輪荷重走行による影響を調査した。

2. 試験方法

本試験に使用する供試体は図-1に示す、アスファルト舗装とコンクリートの間に防水層を有する3層構造である。供試体の寸法は300mm(横)×300mm(縦)×約100mm(厚さ)(アスファルトの厚さ：40mm、コンクリートの厚さ：60mm)である。供試体に与えられたパラメータを表-1に示す。本試験では床版に普通コンクリート、舗装には機能性 SMA を用いた。本試験では2種類の試験を組み合わせることとした。以下に両試験の概要について述べる。

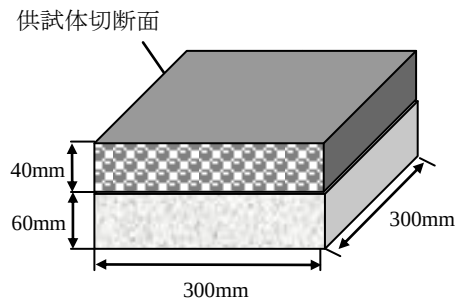


図-1 供試体の概略図

2.1. ランダムホイールトラッキング(RWT)試験

本試験では、現実の交通荷重を再現するために開発された図-2に示す RWT 試験機³⁾を用いた。RWT 試験機による荷重走行回数、舗装の流動が発生する程度を考え、試験温度 50℃で 6000 回とした。本試験では、舗装から水が浸入している状況や、床版と舗装との界面から水が浸入している状況を模する為、試験開始前に一部供試体を常温の水中に浸漬した(水浸状態と称する)。水に浸漬した期間は最低でも 1 週間以上とし、水中から引き揚げた直ちに RWT 試験機上で 50℃まで加熱し RWT 試験を実施した。

表-1 供試体パラメータ

供試体 名称	供試体パラメータ		
	RWT 負荷	水浸	せん断荷重 [MPa]
N-1	×	×	0.044
N-2	×	×	0.170
R-1	×	○	0.044
R-2	×	○	0.170
R-W-1	○	○	0.044
R-W-2	○	○	0.170

2.2. せん断付着疲労試験

RWT 試験機による負荷を与えた供試体の縦横寸法を半分として、図-1の破線に示すように4等分に切断した供試体を用いてせん断付着疲労試験を実施した。この試験においては、RWT 試験機による負荷の有無による影響を明確にするために、防水層なしの供試体についてもせん断付着疲労試験を実施した。

せん断付着疲労試験に使用した試験機は、大阪大学で開発されたせん断付着疲労試験機であり、コンクリート構造物や鋼-コンクリート合成構造、アスファルト-コンクリート合成構造等の積層型構造を有する供試体の層間の接着面に対し、せん断力を繰返し作用させることにより、供試体の接着面におけるせん断付着疲労特性を調べることができる試験機である⁴⁾。図-3に概要図を示す。本試験の載荷応力範囲は

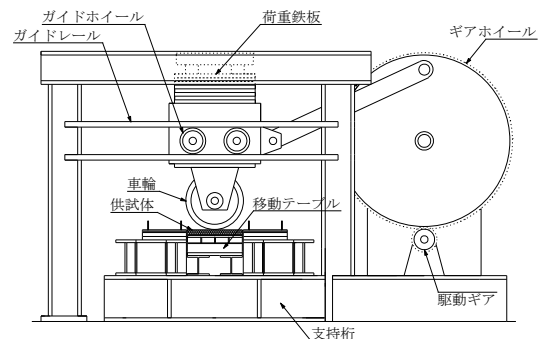


図-2 RWT 試験機の概略図

キーワード：せん断疲労試験，ランダムホイールトラッキング試験，舗装耐久性，疲労耐久性

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 TEL06-6879-7618 FAX06-6879-7621

0.044MPa および 0.170MPa に設定した。

この試験における測定項目は a)破壊回数, b)載荷荷重・載荷バネの変形量, c)アスファルト舗装とコンクリート間の水平ずれ量, の3種類である。

3. 試験結果と考察

図-4 に水浸状態で RWT 試験により負荷を与えた供試体(R・W-2A) の破壊面の一例を示す。今回の実験では、供試体の破壊はいずれもアスファルト舗装とコンクリートの界面のうち、アスファルト舗装側で発生しているが、RWT 試験により負荷を与えた供試体では一部でコンクリート側の界面から破壊している部分が見られた。水浸状態で RWT 試験負荷を与えた供試体ではその領域はさらに拡大した。

表-2 に供試体が破壊に至った載荷回数、図-5 に破壊回数とせん断応力との関係を示す。この図に示した曲線は、縦軸に試験対象面に生じる公称せん断応力の振幅、横軸に供試体破壊時の載荷回数をプロットしたデータを用いて求めた 50%破壊確率曲線である。破壊に至るまでの載荷回数には供試体ごとに少々ばらつきがあるが、S-N 曲線で表すと RWT 試験による負荷を与えなかった供試体、乾燥状態で RWT 試験による負荷を与えた供試体、水浸状態で RWT 試験による負荷を与えた供試体の順に曲線が左にシフトしていく傾向がみられる。

このように、RWT 試験により防水層と舗装もしくは防水層と床版間の付着に何らかの影響があったと考えられるため、これら 2 試験の関係を調べるため RWT 荷重 1 回分に相当するせん断疲労荷重等価回数を算出した。図-6 にこの結果について示す。この結果を見る限り、RWT 走行 1 回分の負荷は乾燥状態より水浸状態のほうが大きい傾向が見られた。これは、舗装と防水層の間や基盤材料の微細なひび割れに侵入した水が輪荷重走行により内圧を増し、ひび割れの進行を促進させる現象や接着面の剥離を引き起こす現象が発生しているからではないかと考えられる。このため、より実現象に即した評価を行うために 2 種類の試験を組み合わせた試験方法は有用であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、床版と舗装との界面におけるせん断付着疲労耐久性の輪荷重走行による影響について調べるために、床版および舗装を重ねた供試体に対してランダムホイールトラッキング(RWT)試験機による負荷を与え、その後せん断付着疲労試験を実施した。

この試験によって得られた知見は以下のとおりである。

- 1) 破壊はアスファルト舗装とコンクリートの界面のうちアスファルト側で発生しているが、水浸状態で RWT 試験による負荷を受けた供試体では一部でコンクリート側での破壊が観測された。
- 2) 破壊回数に関するせん断付着疲労試験から与えられる S-N 曲線は、RWT 試験による負荷を与えなかった供試体、乾燥状態で RWT 試験による負荷を与えた供試体、水浸状態で RWT 試験による負荷を与えた供試体の順に左にシフトする。
- 3) 防水システムの付着疲労耐久性について実現象に即した状態を的確に把握するためには、RWT 試験とせん断疲労試験を組み合わせた試験方式は有用であると考えられる。

参考文献

- 1) 松井繁之：移動荷重を受ける道路橋 RC 床版の疲労強度と水の影響について，コンクリート工学年次論文報告書，pp627-632，1987。
- 2) (社)日本道路協会：道路橋示法書・同解説 II 鋼橋編 2002.3
- 3) 青木康素，大西弘志，松井繁之，田口仁：RWT(Random Wheel Tracking)試験機の開発，平成 18 年度土木学会関西支部年次学術講演会。
- 4) 小浦貴明：道路橋床版防水システムの付着耐久性に関する研究，大阪大学大学院修士論文，平成 16 年度。

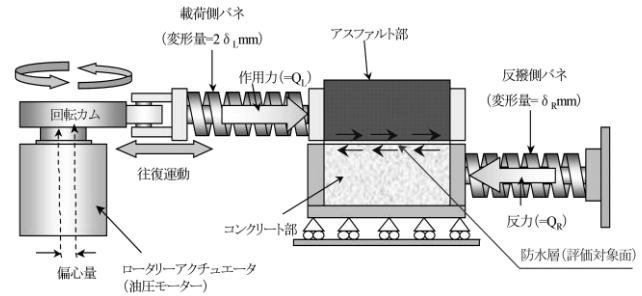


図-3 せん断付着疲労試験機概略

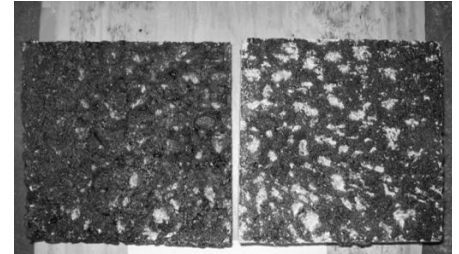


図-4 RWT 負荷後供試体(水浸状態)破壊面

表-2 試験結果

試験体	RWT	水浸	せん断応力	破壊回数
N-1A	×	×	0.044	49470
N-1B	×	×	0.044	23850
N-1C	×	×	0.044	52980
N-1D	×	×	0.044	24670
N-2A	×	×	0.170	438
N-2B	×	×	0.170	563
N-2C	×	×	0.170	444
N-2D	×	×	0.170	723
R-1A	○	×	0.044	19550
R-1B	○	×	0.044	13130
R-1C	○	×	0.044	41410
R-1D	○	×	0.044	19300
R-2A	○	×	0.170	268
R-2B	○	×	0.170	307
R-2C	○	×	0.170	568
R-2D	○	×	0.170	470
R-W-1A	○	○	0.044	7927
R-W-1B	○	○	0.044	7133
R-W-1C	○	○	0.044	21300
R-W-1D	○	○	0.044	12110
R-W-2A	○	○	0.170	142
R-W-2B	○	○	0.170	202
R-W-2C	○	○	0.170	204
R-W-2D	○	○	0.170	179

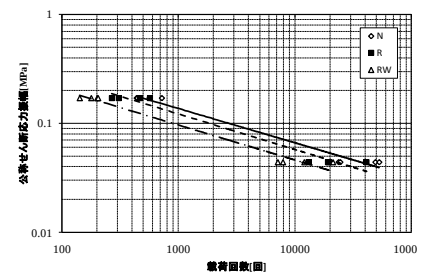


図-5 S-N 関係

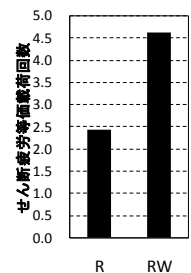


図-6 RWT による影響