

道路橋RC床版上面を鋼板またはCFRPで補強した場合の アスファルト舗装の変形と疲労性状

DETERIORATION OF ASPHALT PAVEMENT ON TOP SURFACE-STRENGTHENED RC SLABS
BY STEEL PLATE BONDING METHOD OR CFRP STRENGTHENING METHOD

加藤暢彦^{*}、栗原慎介^{**}、堀川都志雄^{***}、園田恵一郎^{****}

Nobuhiko KATO, Shinsuke KURIHARA, Toshio HORIKAWA, Keiichiro SONODA

^{*} ショーボンド建設(株) 西日本技術センター課長

^{**} ショーボンド建設(株) 西日本技術センター所長

^{***} 工博 大阪工業大学工学部土木工学科教授

^{****} 工博 大阪市立大学工学部土木工学科教授

The aim of this paper is to investigate the effect of top surface-strengthening methods on deterioration of asphalt pavement for a bridge RC slab. Full scale model slabs were tested by a wheel tracking machine with an actual pneumatic tire. Two types of strengthening methods are considered, one is Steel Plate Bonding Method and the other is Carbon Fiber Bonding Method (CFRP Strengthening Method). The tests were carried out for both hogging moment region and sagging moment region(anchor zone) of the slabs. The results obtained are discussed by comparing the observation of strengthened parts and non-strengthened parts in the top surface of slabs.

Key Words: strengthening method for bridge RC slab, deterioration, asphalt pavement, wheel tracking machine

1. まえがき

道路橋の鉄筋コンクリート床版(RC床版)の片持ち部に補強の必要が認められた場合の補強工法の一つとして鋼板接着工法がある。主鉄筋方向の補強には床版上面に、配力鉄筋方向には床版下面に鋼板が設置される。当工法は、橋格の格上げや、道路橋示方書の改訂、拡幅による輪荷重位置の変化等により、部材の発生応力が許容応力を超過する場合に採用される。

RC床版上面に鋼板接着を施す補強工法は、舗装を介してではあるが直接輪荷重が鋼板に載荷されるため、接着材に大きな力が作用することが想定される。また、補強材の設置によりアスファルト舗装の厚さに変化が生じるため、アスファルト舗装に対しても損傷が発生する危険があると推定される。実際、当工法を施した床版のアスファルト舗装の損傷事例の報告¹⁾もあり、早急に当工法の是非を確かめる必要があると考えられた。

単純版、連続版の場合には主鉄筋方向、配力鉄筋方向ともに床版下面に鋼板が設置される。床版下面に鋼板を設置する工法はこれまでに膨大な実績を持っており、各機関においても、実験的にその有効性が確かめられている。鋼板接着工法は鉄筋の不足分を直接補う工法であることから、曲げに対する補強であるので、その補強位置

が上面であろうと補強効果があることは容易に推測できる。

鋼板接着工法では、通常、4.5mm厚のSS400材が使用される。鋼板厚は、施工性・耐食性より決定されている。また、アンカーボルトも使用されている。鋼板は片持ち部床版から定着部床版に亘り設置される。接着材であるエポキシ樹脂の注入厚5mmを考慮すると、鋼板設置部と未設置部の舗装厚の差は9.5mmとなり、アンカーボルト部ではこの差はさらに大きくなる。それに比して、CFRP(carbon fiber reinforced plastics)を補強材として使用した場合には、a)直接床版に接着できる、b)耐食性に優れる、c)アンカーボルトを使用しない等により、舗装厚の変化量を少なく抑えることが可能なため、アスファルト舗装に及ぼす悪影響が少なくなるものと思われる。また、最近では高弾性カーボン繊維も市場に出回っており、当繊維を使用すれば積層数も低減できるので、舗装厚の変化量をさらに抑えられることが期待できる。

本報告では、舗装付床版を対象として、大型輪荷重装置を用いた走行繰返し実験を行い、上記の補強工法によるアスファルト舗装への影響を、疲労現象の立場から調査、検討を行う。

2. 補強工法の概要

R C床版の主鉄筋方向の剛性不足を補う目的で、R C床版上面に補強材を設置する工法がある。補強材は片持ち部床版から定着部床版に亘り設置される。補強の模式図を図-1に示した。本実験では、補強材として鋼板(SS400)とカーボン繊維(NAC700)を採用した。以下、各工法の概要を述べる。

2-1 鋼板接着工法

R Cの補強材設置箇所をダイヤモンドカップまたはサンディングペーパーにてサンダーケレン後、補強鋼板(S S400, $t=4.5\text{mm}$, 幅 250mm)を直径 10mm のコンクリートアンカーボルト(鋼板1枚につき2列、 400mm または 450mm pitch)により、間隔 5mm を確保して固定した。その後、鋼板端部のシールを行い、鋼板とR C床版の間にエポキシ樹脂を注入した。この際、付着を向上させるため、鋼板の内面はショットブラスト処理後長ばく形エッチングプライマーを塗布しており、コンクリート面は埃の除去を行っている。

2-2 C F R P補強工法

鋼板接着工法に替わる新しい補強工法として開発されたC F R P補強工法は、床版の下地処理を行った後、エポキシ樹脂系プライマーを塗布しカーボン繊維(NAC700)2層を1枚ずつエポキシ樹脂を含浸させながら貼付けた。この際、熱回転ローラーを用いて、熱により樹脂の含浸性を向上させ、カーボン繊維のたるみ、ゆがみの矯正を行った。1層の出来上がり厚さは 1.2mm である。カーボン繊維の貼付け方向は主鉄筋方向とした。

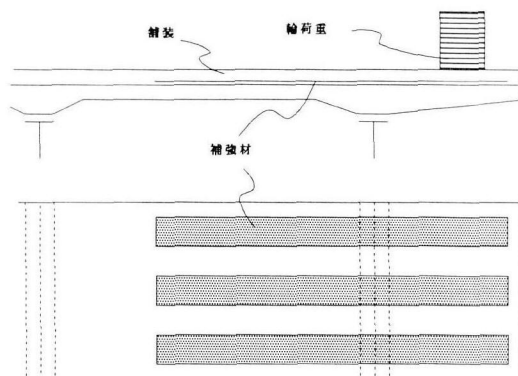


図-1 R C床版上面補強工法の模式図



写真-1 損傷状況の一例

3. 鋼板接着工法での損傷事例の概要

写真-1に損傷状況の一例を示した¹⁾。調査の結果、損傷の内容は、舗装部のひび割れ・浮き・剥離、鋼板と床版との間の浮きであった。これらの損傷は、以下のことが互いに関連して発生したものと推測される。図-2に概念図を示した。

- ① 鋼板設置部において舗装厚が減少したため、走行する輪荷重の直圧により舗装にひび割れが発生した。
- ② 舗装厚が薄くなったため、走行する輪荷重の衝撃により舗装と鋼板の間、または鋼板と床版の間に剥離が発生した。
- ③ 短冊状の鋼板を離散的に配置しているため、鋼板設置部と未設置部で舗装厚に変化が生じる。舗装厚に変化が生じる箇所、すなわち鋼板端部からリフレクションクラックが発生した。
- ④ 舗装厚の薄いアンカーボルト部頭部先端からひび割れが発生した。
- ⑤ 負の曲げモーメントが作用する区間ではアスファルト舗装も引張力を分担し、ひび割れを引き起こす原因となる。この現象はアスファルト舗装の剛性が高くなる冬季には著しくなる。
- ⑥ 負の曲げモーメントにより、定着部の床版の鋼板設

置部の舗装が剥離する。

- ⑦ 負の曲げモーメントと輪荷重による直圧との作用により剥離が発生する。

以上より、原因としては「舗装厚の変化」「負の曲げモーメントの影響」「輪荷重による衝撃」の3つに集約されるが、本研究では「舗装厚の変化」「負の曲げモーメントの影響」に着目して、鋼板接着およびC F R P補強工法の、低速(約 5km/hr)での輪荷重走行実験を行う。

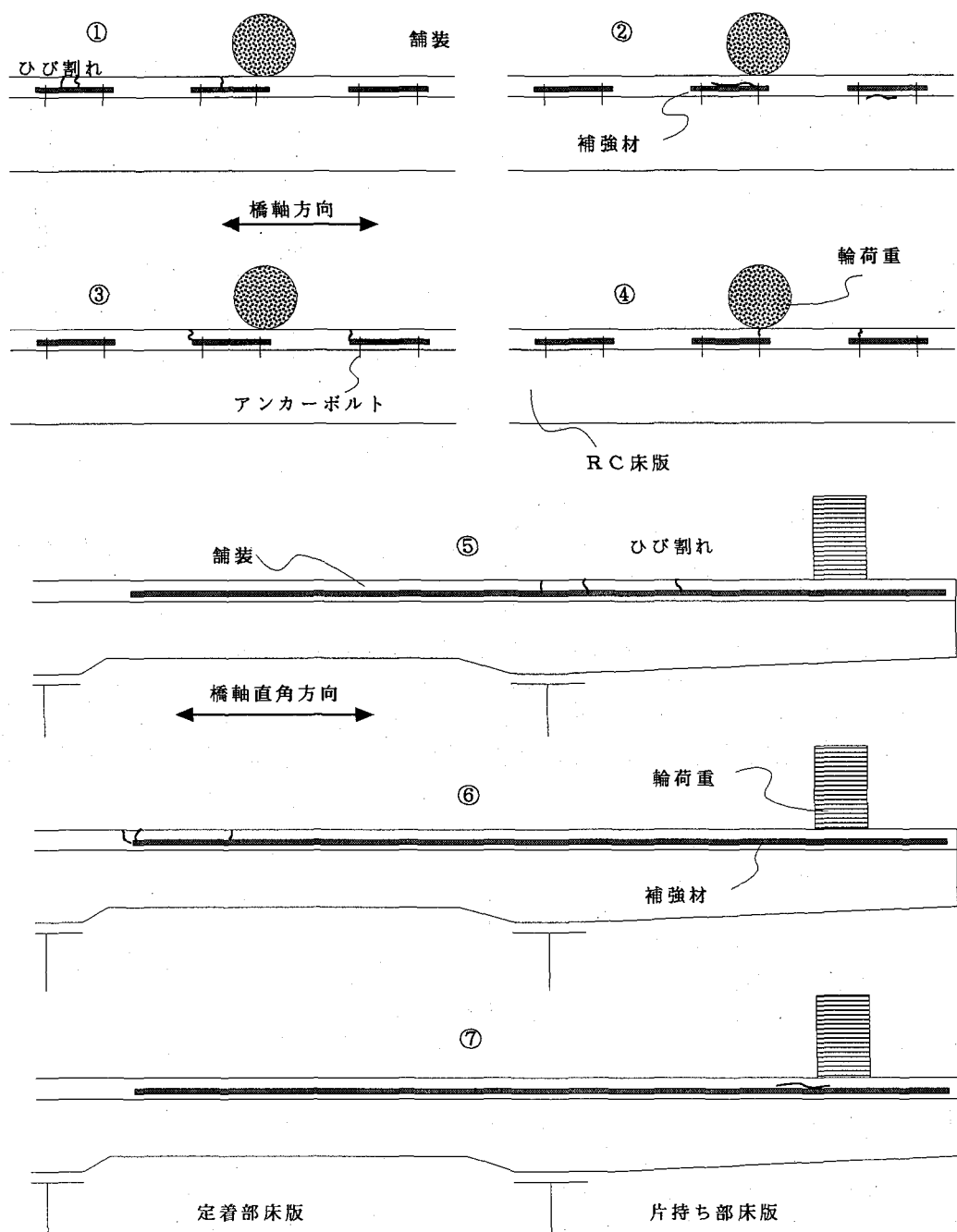


図-2 損傷原因の推定

4. 輪荷重試験装置

図-3に輪荷重試験装置の概要図を示した。また、表-1に本装置の性能を示している。本装置は現実の大型車の輪荷重を再現した荷重を、室内で載荷させる装置であり、幅3.6m×走行長さ14.25mの試験区間（中央部が定走行区間であり、両端は制動区間である）を有しており、この中に数種の供試体を配置して同時に試験を行うことが可能である。走行する輪荷重の大きさは、試験装置の固有の特性、供試体の設置状況や不陸の影響を受けて変動する。実験ではこの状況を把握した後、荷重変動の平均が輪荷重の設定値になるように調整している。また、本装置の構造的な関係から、変動性状は走行方向に依存する

性質を有しているため、図-3の向かって左から右を順走行、逆を逆走行とし、実験においてはそれぞれについて変動特性を調査した。本実験では両方向走行としたが、両方向走行は一方向走行に比べ、アスファルト舗装に対し過酷な条件である。

供試体は、輪荷重が設置されている高さとの関係を考慮し、H形鋼を格子状に組み上げ、高さ調整用のプレートを紹介して設置した。次項に示すように、供試体の形式は定着部（を想定した）床版と片持ち部（を想定した）床版の2種類を作製したが、前者は4辺単純支持とし、後者は3辺単純支持構造で設置した。

5. 供試体の形状

定着部床版と片持ち部床版の2つのタイプについて、舗装付供試体をそれぞれ4体作製した。後者については、舗装無しのもも作製した。(図-4、図-5参照)

定着部床版は床版厚170mmであり、支間長は1650mmである。片持ち部床版は床版厚180mmであり、張出し長が1050mm、定着長が900mmである。

5-1 舗装厚および舗装材

鋼板接着に必要な断面は、5.0mm(注入樹脂厚)+1.6mm(ワッシャー厚)+7.0mm(ボルト頭高)=18.1mmである。本実験ではアスファルト舗装要綱(平成4年12月)²⁾の規定に

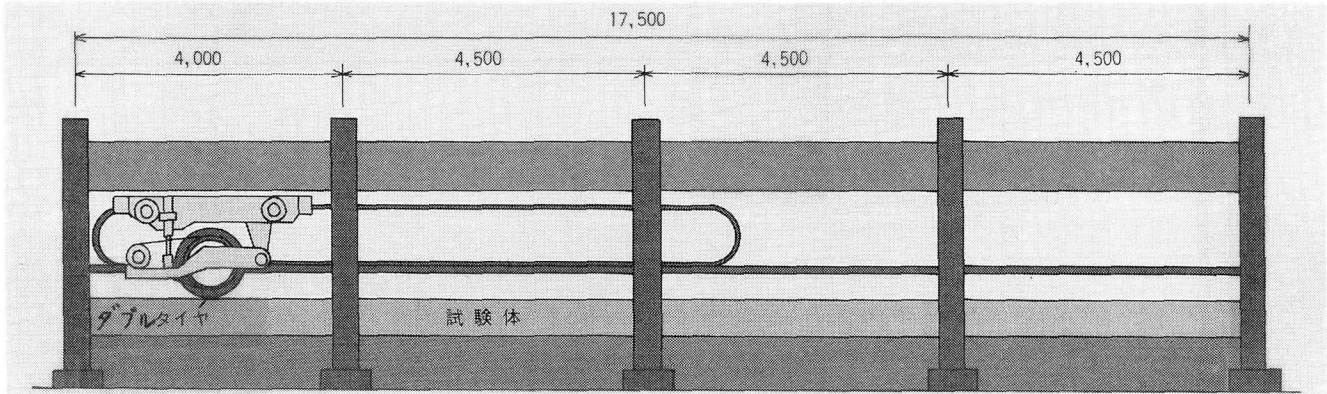
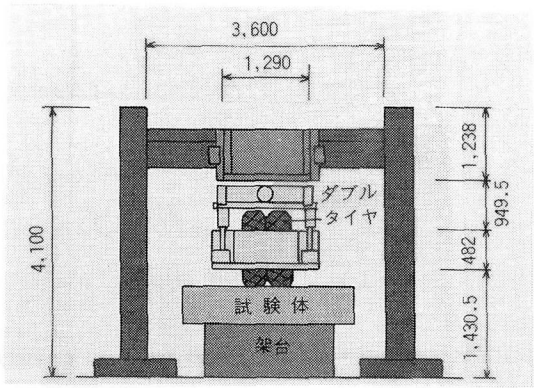


図-3 輪荷重試験装置の概要図

準じ、「ボルト等突起物のある場合は10mm以上の舗装のかぶりを確保」し、基層厚さ30mm、表層30mmの2層構成とした。既設橋梁の舗装厚は50mmが多いが、これらの舗装厚よりも10mmだけ厚くなっている。無補強供試体も同様に60mmに調整している。舗装厚の模式図を図-6に示した。

また、舗装材の種類は、表層基層ともに密粒度アスファルト混合物(13)とした。

5-2 床版の形状

図-4、5に、定着部床版および片持ち部床版の断面と載荷位置も、あわせて示している。定着部床版の設計は鋼道路橋示方書(昭和39年)³⁾および道路局長通達(昭和42年)により行い、橋格は一等橋である。また、片持ち部床版の設計は道路橋示方書(昭和48年)⁴⁾に準じ、橋格は一等橋とし、大型車混入率による割増しは行っていない。

5-3 防水層

既設の橋梁を対象としているため、基本的に防水層の設置を考慮する必要があることはいうまでもない。そこで、補強工法には防水層と接着層の両性能を兼ね備えるエポキシ樹脂を採用した⁵⁾。エポキシ樹脂と補強材、あるいは舗装との間の付着力に問題はない。なお、無補強の供試体は既設の状況を考慮し防水層は設けず、接着層としてタックコートを使用している。

5-4 補強工法

本実験での補強工法は、鋼板接着工法(短冊-橋軸方向に離散的に鋼板を配置)、CFRP補強工法(短冊-橋軸方向に離散的にCFRPを配置、橋軸直角方向に接着)、C

表-1 輪荷重試験装置の性能

駆動部の性能	
負荷荷重	最大 25tf
走行速度	0.4 ～ 5.0km/hr
車軸上下ストローク	190mm
走行区間	最大 14.25m
油圧の性能	
最大吐出量	走行用 約 80ℓ/min
	荷重用 約 9ℓ/min
タンク容量	約 610ℓ
車輪	
種類	産業車両用空気入りタイヤ
サイズ	10.00-2014PR×2本(ダブルタイヤ)
最大負荷荷重	12tf
たわみ	55mm
制御機能	
走行荷重	電磁比例弁による流量制御
負荷荷重	電磁比例弁による圧力制御
電気制御	シーケンサー制御
負荷荷重	ロードセル検知
走行荷重	パルスエンコーダ制御
加速および停止	リミットSW検知
その他	各種の危険防止用リミットSWを設置

FRP補強工法(全面-橋面全体に配置、橋軸直角方向に接着)の3種類を採用している。比較のために、無補強床

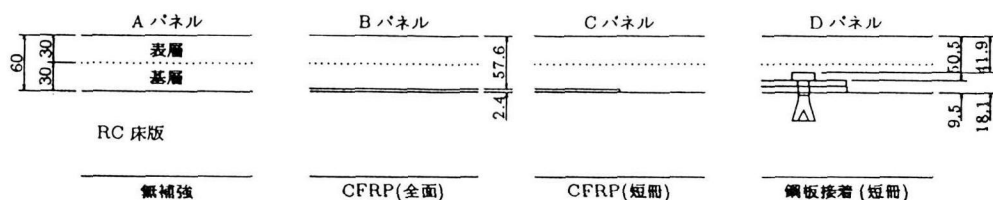


図-6 舗装厚の模式図(単位:mm)

版も作製した。また、片持ち部床版では、ひび割れの進行を確認する目的で舗装無しの無補強床版も作製した。これらを表-2にまとめた。

5-5 舗装工

定着部床版のアスファルト混合物の転圧は、3tfコンバインドローラを使用し、片持ち部床版については、現場施工に合わせ、9tf振動ローラと15tfタイヤローラを用いた。施工状況写真を写真-2に示した。

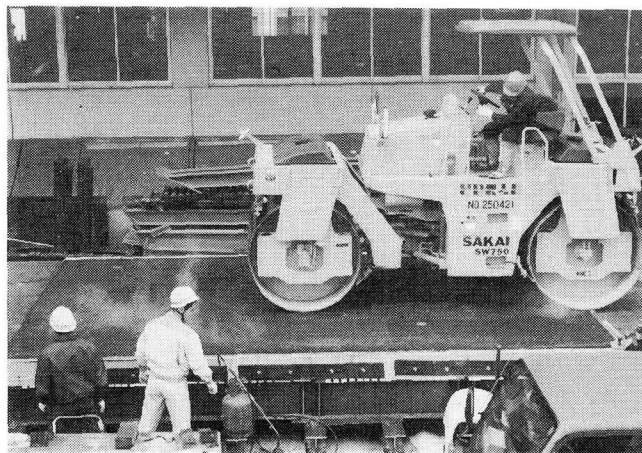


写真-2 舗装工状況写真

6. 材料特性

舗装材料の材料試験結果を表-3に、床版に使用したコンクリートの配合表および材料試験結果を表-4、表-5に示した。また、鉄筋および補強材料の規格を表-6に示した。

表-3 舗装材料の特性

アスファルトの性状					
	アスファルトの種類	密度(15℃)	針入度(25℃)	軟化点	針度(15℃)
定着部床版	ストレートアスファルト	1.028 g/cm ³	7.3 mm	48.0 ℃	150cm
片持ち部床版	ストレートアスファルト	1.028 g/cm ³	6.8 mm	46.0 ℃	150cm
アスファルト混合物の力学的性状					
	アスファルト混合率	マーシャル試験による基準密度	切り取り供試体締め固め度	舗設日	
定着部床版	5.86 %	2.333 g/cm ³	97.0 %	平成7年4月20日	
片持ち部床版	5.50 %	2.387 g/cm ³	97.2 %	平成8年3月 5日	

表-4 コンクリートの配合表

	粗骨材の最大寸法 mm	W/C %	s/a %	C kgf/m ³	W kgf/m ³	S kgf/m ³	G kgf/m ³	混和剤 kgf/m ³	スランプ cm	空気量 %
定着部	20	45	45	367	165	811	1026	2.94	8±2.5	1.5±1.0
片持ち部	20	65	50	270	175	932	943	—	8±2.5	2.0±1.0

表-5 コンクリートの材料試験結果

	材令	圧縮強度	ヤング率	ポアソン比
定着部	約 80日	437～510 kgf/cm ²	318000～352000 kgf/cm ²	0.18～0.19
片持ち部	約130日	203～294 kgf/cm ²	224000～317000 kgf/cm ²	0.11～0.16

表-6 鉄筋および補強材料規格値

	降伏点	引張強さ	ヤング係数
鉄筋 SD295A	3000kgf/cm ² 以上	4500～6100kgf/cm ²	2100000kgf/cm ²
鋼板 SS400	2500kgf/cm ² 以上	4100～5100kgf/cm ²	2100000kgf/cm ²
CFRP (NAC700+エポキシ樹脂)	引張強度 35000kgf/cm ² 以上	引張弾性係数 2000000kgf/cm ² 以上	
鋼板接着用 エポキシ樹脂	圧縮降伏強さ 600kgf/cm ² 以上	圧縮弾性係数 15000～35000kgf/cm ²	引張せん断接着強さ 100kgf/cm ² 以上

7. 実験方法

本実験ではRC床版の補強材のもたらすアスファルト舗装への影響の差異を見い出すことを目的としている。現状の大型車の輪荷重を模擬した荷重を各供試体に載荷させ、荷重履歴ごとの舗装の損傷程度（ひび割れ、飛散等）とアスファルトの流動化によるわだち掘れ量を観察し、かつ数量的に測定を行った。

表-7に輪荷重値の変動特性の一例を示している。また、図-7にこの時の全供試体に亘っての荷重変動の測定結果の一例を示している。ここで、横軸は輪荷重が床版上を移動する時間を表している。

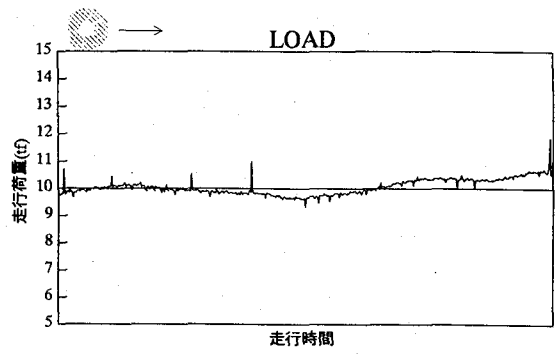


図-7 設定時に対する走行時の荷重変動
-- 片持ち部床版順走行(10tf)

表-7 輪荷重値の変動特性

供試体タイプ	設定荷重値(tf)	順走行			逆走行		
		最大値(tf)	最小値(tf)	変動率 (%)	最大値(tf)	最小値(tf)	変動率 (%)
定着部床版	$N=2.0 \times 10^5$ 回時	11.55	8.69	16 ~ -13	9.82	8.05	-2 ~ -20
片持ち部床版	$N=1.0 \times 10^5$ 回時	11.00	9.75	10 ~ -3	10.57	9.13	6 ~ -9
	$N=2.0 \times 10^5$ 回時	12.91	11.41	9 ~ -6	12.99	11.43	10 ~ -6

8. 実験結果

8-1 定着部床版

B活荷重(平成6年 道路橋示方書⁶⁾)の後輪一輪の重量10tfを荷重値に設定して実験を行った。走行速度は約5km/hrであり、補強された供試体は全て定速度走行区間に配置した。無補強供試体は一部制動区間に設置した。実験終了時の総走行回数は20万回である。(図-4 参照)

なお、実験中の気温は18~36℃であった。

タイヤの走行位置では、走行回数1000回程度でアスファルト成分と骨材とのストリッピングによって骨材が露出した。走行回数とともに骨材が徐々に突出し、走行回数11万回程度から突出した骨材が丸みを帯びるようになった。

定速度走行区間の供試体（補強供試体）には実験終了(20万回)まで、ひび割れ、剥離、飛散等の損傷は発生しなかった。これに対し、制動区間に設置した床版には大きなわだち掘れの後、10万回程度でダブルタイヤの車輪間のアスファルトに橋軸直角方向(走行直角方向)のひび割れが発生した。

図-8に橋軸直角方向のわだち掘れ測定位置を示した。図-9は橋軸方向の測定位置である。測定位置①はダブルタイヤの車輪間、測定位置②はタイヤ走行位置、測定位置③はタイヤ走行の外側である。すなわち、測定位置①③は橋軸直角方向には凸形(盛り上がり)であり、②は凹形(凹み)である。また、写真-3にわだち掘れの測定状況を示した。

図-10は各供試体の、実験終了時における橋軸直角方向

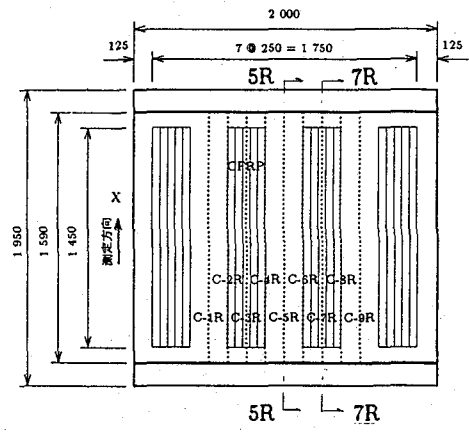


図-8 わだち掘れ測定位置--橋軸直角方向

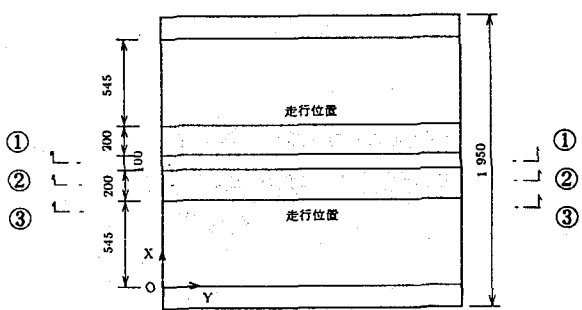


図-9 わだち掘れ測定位置--橋軸方向

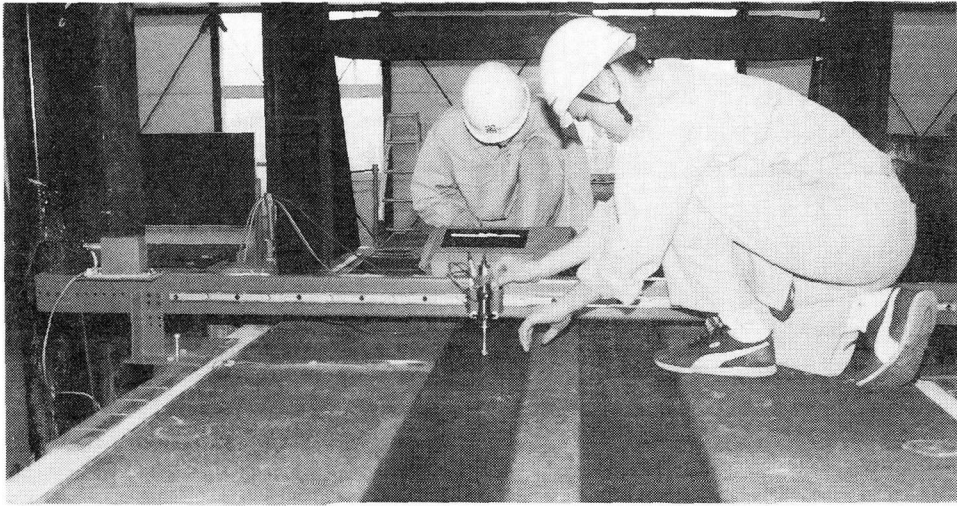


写真-3 わだち掘れ測定状況

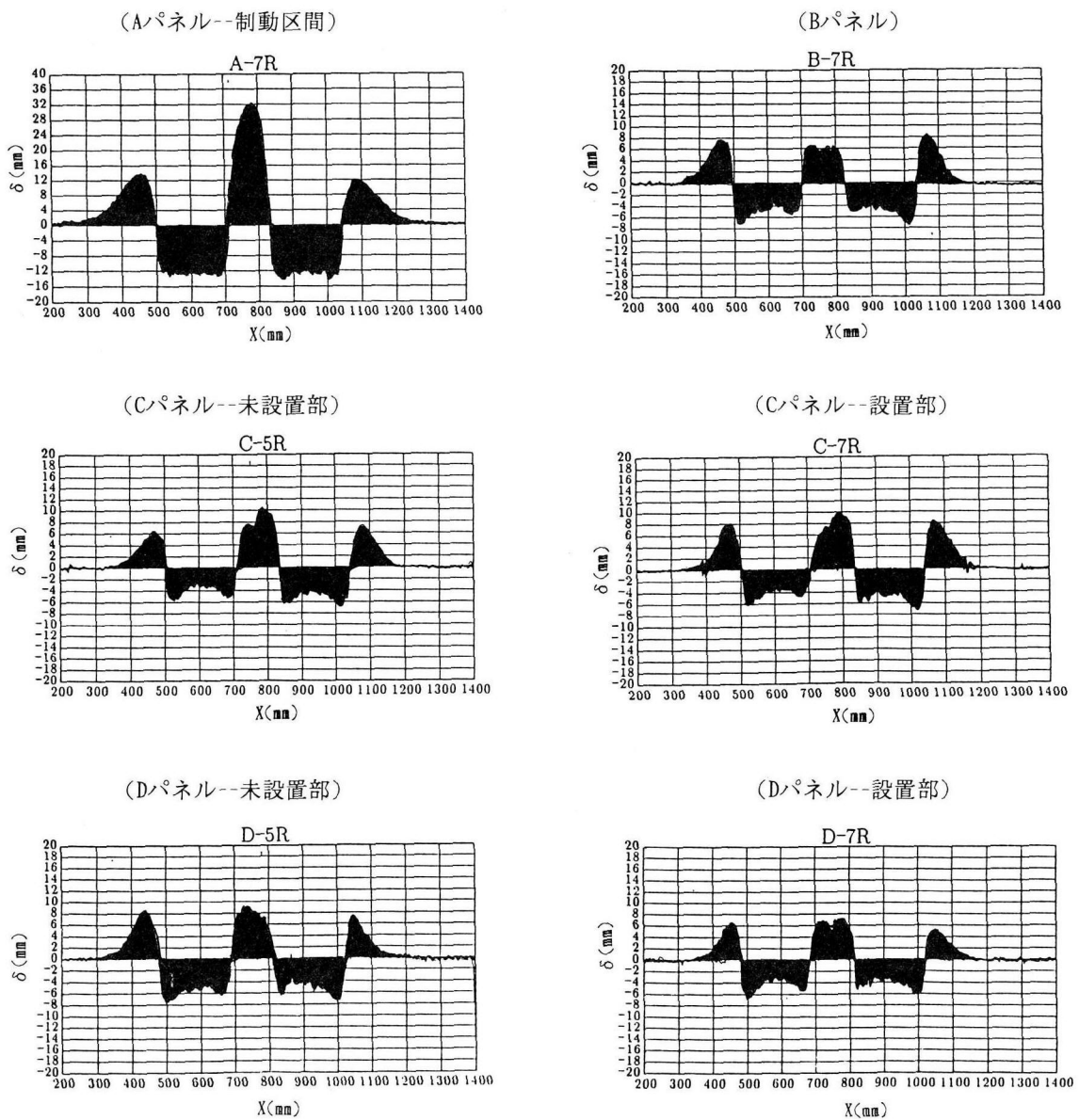


図-10 定着部床版のわだち掘れ(δ)--橋軸直角方向

のわだち掘れ量を示したものである。本論文では損傷状況をより明らかにするため、従来の方法と異なったわだち掘れ量の整理方法を採用した。すなわち、車両の走行によるアスファルトの変形のうち、盛り上がる方をプラス、へこむ方をマイナスとして、独立に把握している。

短冊状に配置した鋼板接着とCFRPについては補強材設置部と未設置部の両者を示している。制動区間に設置した供試体（無補強供試体）のものは、測定器の限界を越えたため10万回走行時の結果を示している。それぞれの位置における最大値を表-9に総括して示した。片持ち部床版の結果も同時に示した。

補強部材を設置している位置での最大凹み量は、CFRP（全面）、CFRP（短冊）、鋼板接着とも全て7mmであった。未設置部は、CFRP（短冊）が7mm、鋼板接着が7.5mmであり、補強材設置による影響はほとんどみられなかった。盛り上がり量は、CFRP（全面）が8mm、CFRP（短冊）が補強材の設置、未設置にかかわらず10mmであ

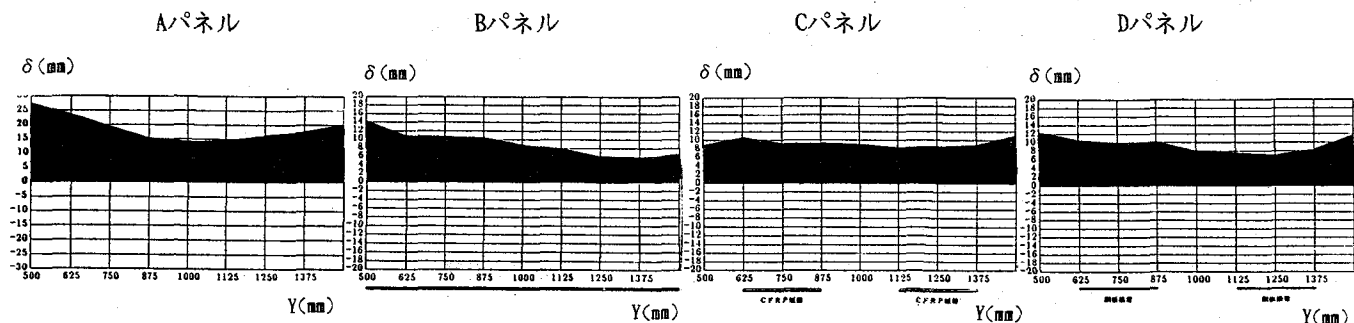
ったのに対し、鋼板接着の場合は補強材設置部で7mm、未設置部で9mmと差がみられた。この原因として、鋼板接着工法のみを採用されているアンカーボルトの影響が考えられる。アンカーボルトが機械的な定着効果を発揮した可能性が考えられる。

総わだち掘れ量、すなわちプラスマイナスの合計は、CFRP（全面）が15mm、CFRP（短冊）が17mmであった。鋼板接着の場合は、補強材設置部で14mm、未設置部で16.5mmであり、後者の方がわだち掘れ量が大きかった。ちなみに、制動区間に設置した供試体の総わだち掘れ量は、10万回走行時で既に46mm程度に達していた。

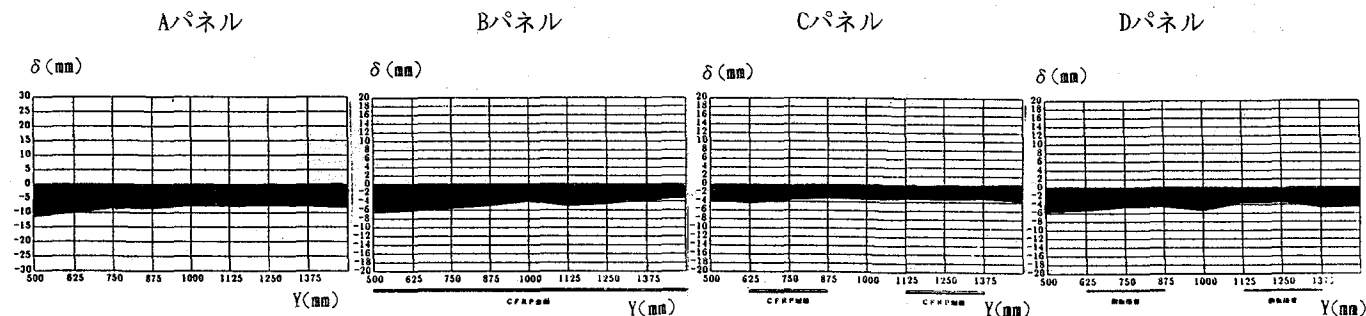
図-11に橋軸方向の平坦性を示した。無補強供試体は10万回走行時、その他は実験終了時（20万回走行時）のものである。

タイヤ走行位置②とタイヤ走行位置外側③についてCパネル（CFRP-短冊）とDパネル（鋼板接着）を比較すれば、後者の方が平坦性が失われているようにも見受け

a)ダブルタイヤの車輪間①



b)タイヤ走行位置②



c)タイヤ走行位置の外側③

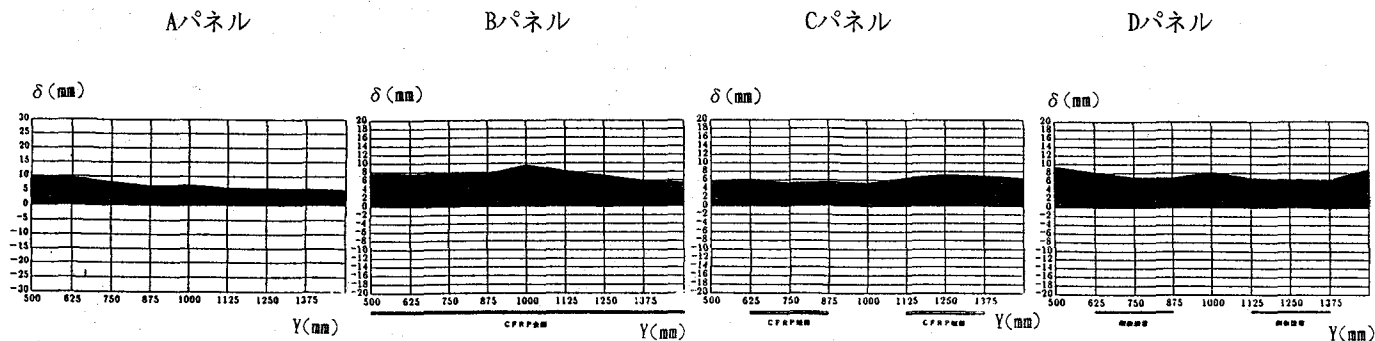


図-11 定着部床版の橋軸方向の舗装の平坦性

られるが、差は僅かであり、補強材厚の違いによる舗装への影響については確認できなかった。

Aパネル(無補強)において平坦性が大きく失われているのは制動荷重が影響しているためと考えられ、この影響はBパネル(CFRP全面)の一部にも及んでいる。

8-2 片持ち部床版

当供試体は、補強前および舗設前に実橋と同程度の損傷を与えるため、荷重8tfを5000回、10tfを8000回、12tfで18000回の載荷を行った(総走行回数31000回)。損傷を導入した後、補強工、舗装工を行い、再び載荷を開始した。走行回数は、荷重10tfを10万回、12tfを12万回である(舗設後走行回数22万回、総走行回数25万1000回)。今回は前述した定着部床版実験の制動区間の影響を除外するため、全ての舗装付供試体を定速度走行区間に配置した。荷重の走行速度は前述と同じ様に約5km/hrである。

写真-4に実験風景を示した。

また、実験中の気温は12～20℃であった。

0パネルは、補強も舗装も行っていない供試体である。図-12に0パネルの走行回数31000回におけるひび割れ状況を示した。図-13は実験終了時(走行回数25万1000回)の0パネルのひび割れ状況である。

表-8に各供試体の舗装のひび割れ発生時期と実験終了時(10tf-10万回、12tf-12万回)におけるわだち掘れ量を示している。舗装のひび割れは目視にて確認できる程度のひび割れであり、ひび割れ幅0.2mm程度の極微小なものである。また、ひび割れの方向は橋軸直角方向であった。短冊状に補強材が配置されている供試体でのひび割れを調査したが、当初懸念された補強材端部からのひび割れは発生していなかった。

また、このシリーズでは、実験終了まで骨材が突出することはなかった。この理由は舗設時の転圧荷重の影響によるものであると思われる。

図-14に橋軸直角方向のわだち掘れ測定位置を示した。

図-15は、実験終了時における橋軸直角方向のわだち掘れ状況である。全般的に図の右側のわだち掘れの方が大きい傾向が見られるが、これは片持ち版としての挙動を示し、外側(右側)の変形が内側(左側)に比べて大きくなっているためと想定される。

補強供試体の補強材未設置部のものの床版と舗装との界面はホウキ目仕上げのままであるが、この場所の総わだち掘れ量は無補強床版(ホウキ目仕上げ)とほぼ同レベル

表-8 ひび割れ発生時期と終了時の総わだち掘れ量

		ひび割れ発生	わだち掘れ量
Aパネル	無補強	200,000回	9mm
Bパネル	CFRP全面	200,000回	14mm
Cパネル	CFRP短冊	150,000回	11mm
Dパネル	鋼板接着	150,000回	9mm

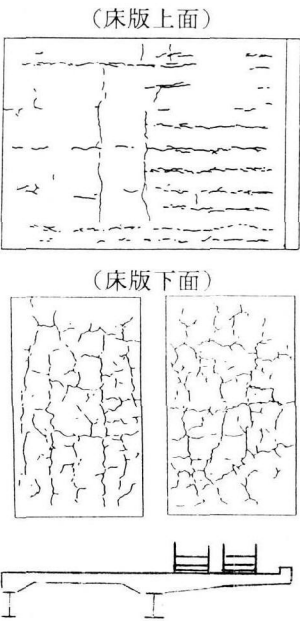


図-12 0パネルのE=31000時ひび割れ状況

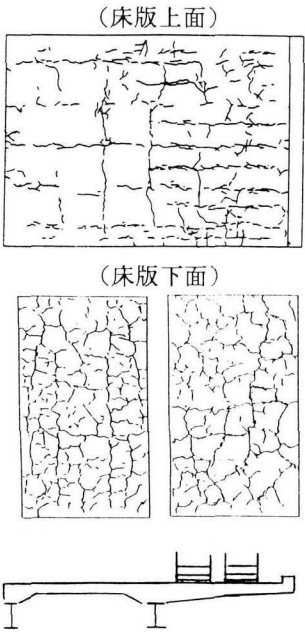


図-13 0パネルのE=251000時ひび割れ状況

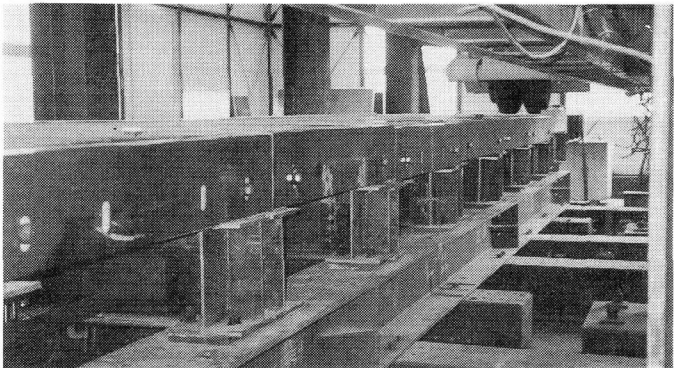


写真-4 片持ち部床版の実験風景

ルであり、その値は8~9mmである。凹み量、盛り上がり量についても差はみられなかった。

鋼板接着の場合は、鋼板設置部と未設置部に差がみら

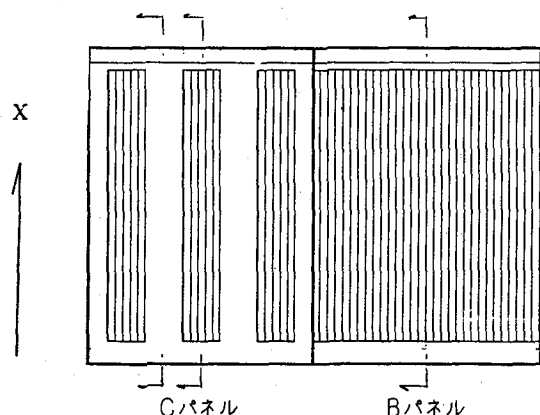


図-14 わだち掘れ測定位置--橋軸直角方向

れなかった。これに対しCFRPを接着したものは凹み量に差があらわれており、補強材を設置した箇所の方が値が大きくなっている。また、同じCFRPの供試体でも、補強材を橋面全域に接着したものの方が、短冊状に設置したものよりも凹み量が大きかった。

鋼板接着の凹み量があまり大きくなかった原因としてアンカーボルトによる機械的定着効果が考えられる。CFRPについては、界面で付着切れを起こしていると考えられる。補強材未設置部のホウキ目仕上げの表面の粗度が機械的定着効果を発揮している可能性が高いこと、CFRPとエポキシ樹脂との接着は同じエポキシ樹脂であることから問題はないこと等より判断して、CFRPと舗装との界面には、突起等の機械的な定着方法を併用する等の工夫が必要であると思われる。

片持ち部床版は、定着部床版と違い輪荷重位置にたわみ差がでるため、舗装に対し鉛直荷重だけでなく水平荷重も作用する。その結果、各供試体のわだち掘れ量に差があらわれたものと思われる。

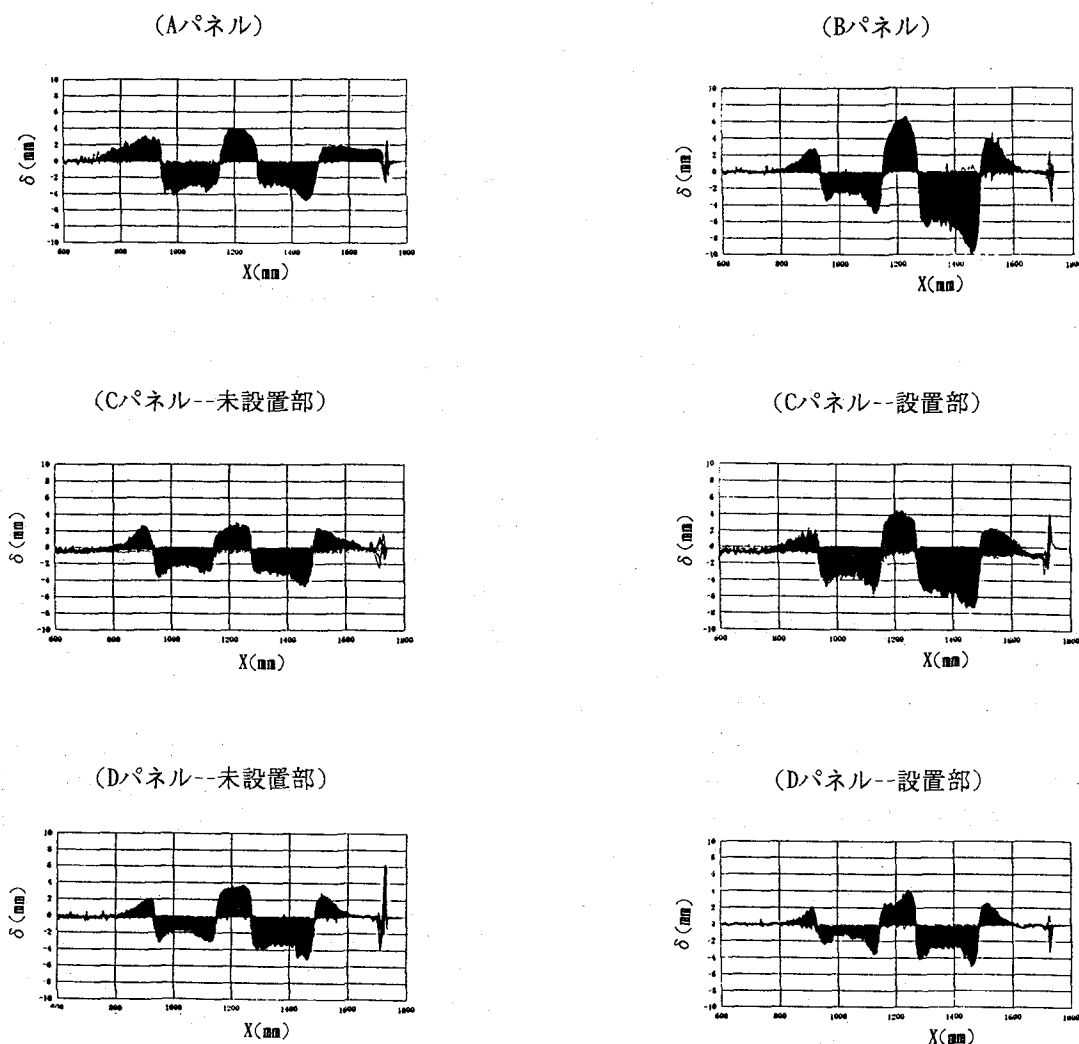


図-15 片持ち部床版のわだち掘れ(δ)--橋軸直角方向

表-9 各供試体のわだち掘れ量

供 試 体 種 類			凹み量 の最大値	盛り上がり量 の最大値	総わだち掘れ量 の最大値	備 考
定 着 部 床 版	Aパネル	補強材未設置部	制動区間へ設置したため割愛			無補強
		補強材設置部	——	——	——	
	Bパネル	補強材未設置部	——	——	——	CFRP全面
		補強材設置部	7.0mm	8.0mm	15.0mm	
	Cパネル	補強材未設置部	7.0mm	10.0mm	17.0mm	CFRP短冊
		補強材設置部	7.0mm	10.0mm	17.0mm	
	Dパネル	補強材未設置部	7.5mm	9.0mm	16.5mm	鋼板接着
		補強材設置部	7.0mm	7.0mm	14.0mm	
片 持 部 床 版	Aパネル	補強材未設置部	5.0mm	4.0mm	9.0mm	無補強
		補強材設置部	——	——	——	
	Bパネル	補強材未設置部	——	——	——	CFRP全面
		補強材設置部	10.0mm	4.0mm	14.0mm	
	Cパネル	補強材未設置部	5.0mm	3.0mm	8.0mm	CFRP短冊
		補強材設置部	7.0mm	4.0mm	11.0mm	
	Dパネル	補強材未設置部	5.0mm	4.0mm	9.0mm	鋼板接着
		補強材設置部	5.0mm	4.0mm	9.0mm	

9. まとめ

本実験では、床版上面の補強工法のうち、a)鋼板接着工法、b)CFRP補強工法を選定し、各工法のアスファルト舗装への影響を確認する目的で、大型輪荷重装置による走行繰返し実験を行った。特に、舗装厚の変化および負の曲げモーメント下での舗装への影響に着目して実験を行った。以下、乾燥状態下での走行実験から得られた結果をまとめる。

- ①定着部を想定した床版の実験では、補強材の種類の違いによる損傷の程度に、大きな差はみられなかった。
- ②定着部を想定した床版の鋼板接着工法供試体では、補強材を設置している箇所としてない箇所のわだち掘れ量に差がみられた。この原因として、アンカーボルトが機械的な定着効果を発揮した可能性が考えられる。
- ③片持ち部を想定した床版の実験では、CFRP設置部のわだち掘れ量が大きかった。これは、舗装とCFRPとの界面の付着条件が補強材設置部全域に亘り一様であるためと考えられる。これに対し、補強材未設置部のわだち掘れ量は小さく、また供試体による差はみられなかった。補強材未設置部の表面状態がホウキ目仕上げ状態であるため、表面の粗度が機械的な定着効果を発揮したものと考えられる。このことより、CFRPを設置する場合は、舗装との界面に突起等の機械的な定着方法を併用することにより、工法の改良が期待できる。
- ④これに対し、鋼板を設置した供試体の場合は補強材設置の有無によるわだち掘れ量に差はみられなかった。これは、アンカーボルトの機械的な定着効果によるものと思われる。
- ⑤片持ち部を想定した床版は、舗装に対し鉛直荷重だけ

でなく水平荷重も作用するため、その結果、各供試体のわだち掘れ量に差があらわれたものと思われる。

- ⑥片持ち部を想定した床版の実験において、舗装のひび割れ発生時期とわだち掘れ量には関連性が見られなかった。
- ⑦当初懸念された、補強材端部からのひび割れやアンカーボルト部からのひび割れは確認できなかった。当実験の舗装厚の範囲では、鋼板接着工法は特に問題が無いと判断できるが、舗装厚がもっと薄い場合については更に検討する必要があると思われる。

本実験は舗装厚の変化、負曲げの影響に着目して輪荷重走行実験を行ったが、限られた走行回数(20万回)の範囲では、現場で発生している損傷を再現することはできなかった。雨水の影響を考慮した環境下での走行実験をも含めて、さらに研究を続ける必要があると思われる。

参考文献

- 1) 真下清孝: S橋床版上面鋼板接着工の問題点、平成4年9月、ショーボンド建設(株)第6回技術研究発表会
- 2) アスファルト舗装要綱 平成4年12月、日本道路協会 :P. 183
- 3) 鋼道路橋設計・製作示方書 昭和39年、日本道路協会
- 4) 道路橋示方書・同解説 昭和48年2月、日本道路協会
- 5) コンクリート床版防水工設計施工指針(案)・同解説 平成元年3月、阪神高速道路公団、日本材料学会 :P. 116 ---No. 19
- 6) 道路橋示方書・同解説 平成6年2月、日本道路協会

(1996年9月6日受付)