

鋼板接着によるRC床版の補強効果の検証

大阪管理部	調査設計課	上 田 芳 夫
保全施設部	保全技術課	山 口 良 弘
同 上	同 上	杉 江 功

要 約

道路橋RC床版の損傷は、都市内高架道路を構成する構造物の最も大きな問題点の一つである。このことは、道路橋示方書においてRC床版の設計の考え方が、数回にわたり大きく変更されていることからよくわかる。

一方、その補修方法についても各機関で種々検討され、補修件数としては構造物の中で最も多い数を実施している。その工法は、現在のところ増設桁工法、増厚工法および鋼板接着工法が主流であり、損傷の著しい場合には床版打替えも行われている。阪神高速道路公団では、昭和47年よりRC床版の補修・補強工法として鋼板接着工法を採用しており、現在その実績は4万パネルを超えている。

さらに、活荷重の20tから25tへの変更に対する床版の補強についても、阪神公団では鋼板接着工法によって対処する方向にある。しかし、他機関では未だに鋼板接着工法に対して問題点を指摘し、その効果、信頼性を問う向きもある。本稿では鋼板接着工法の変遷および補修実績などに言及した後、これらの問題に対する検討を各種調査などから述べている。

キーワード：RC床版、鋼板接着工法、疲労破壊、ひびわれ、補修、エポキシ樹脂

まえがき

昭和40年代後半、鉄筋コンクリート床版の損傷が大きな問題として取りあげられ、本来かなりの安全率で設計されているにもかかわらず、陥没という損傷を生じる原因について盛んに研究が続けられた。その結果、RC床版の損傷は静的な耐荷力不足ではなく、荷重の繰り返し作用によるひびわれ劣化の進展が、コンクリートの一体性を損ない、せん断耐力を低下させて最終的に押し抜きせん断破壊を起こすものと考えられた。

一方、RC床版の補修・補強方法の研究も同時に進められ、増設桁工法、増し厚工法、鋼板接着

工法が有効な対策として各機関から提唱された。阪神高速道路公団では、各種実験・解析により効果確認を行うとともに、路下へのコンクリート片の落下を防止でき、高架交通に支障なく施工ができるなどの利点から、鋼板接着工法を採用することとなった。

しかし、他機関ではこの工法の問題点を指摘する向きもあり、これらについて主に実橋における調査点検から検証することとする。

1 鋼板接着工法の変遷と実績

阪神高速道路でRC床版の損傷が深刻な問題となってきたのは、昭和47年5月に堺線（S-237上り走行）、続いて守口線（S-100下り走行）で疲労破壊と思われる陥没事故が発生してからである。これら一連の損傷に対して、公団は「コンクリートスラブ技術委員会」を設置して、その損傷機構および補修・補強対策について研究を重ね、数々の成果をあげてきた^{1)~3)}。その結果、昭和47年に初めて施工されて以来、鋼板接着工法は当公団におけるRC床版補強工法の主流としてその実績を積み重ねてきた。その基本的な考え方は当初と変わらないものの、細部においては表-1に示すような変遷をたどっている。

表-2は、鋼板接着工法による補修実績を示している。昭和50年代中頃までは、基本的に昭和46年以前の示方書で設計された損傷Aランク以上の

表-1 鋼板接着工法の変遷

施工年度	接着範囲	添接板	鋼板接着面の処理
昭和47年度前半	平板部のみ	なし	サンドブラスト処理
昭和47年度後半 ～昭和54年度	全面接着 (ハンチ含む)	なし	サンドブラスト処理
昭和55年度 ～平成3年度	全面接着 (ハンチ含む)	あり	サンドブラスト処理
平成4年度～	全面接着 (ハンチ含む)	あり	プライマー処理

表-2 鋼板接着工法による床版補強の実績

(単位: パネル)

年 度	不明	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
大阪管内	436	294	252	665	1088	1977	873	1221	1648	1753	2111	1417
神戸管内	—	—	30	55	107	155	191	328	197	198	245	237
合 計	436	294	282	720	1195	2132	1064	1549	1845	1951	2356	1654
年 度	58	59	60	61	62	63	1	2	3	4	合 計	
大阪管内	1050	1116	1581	2105	2765	2556	2543	1929	1975	2272	33,627	
神戸管内	156	216	288	676	448	559	611	746	767	903	7,113	
合 計	1206	1332	1869	2781	3213	3115	3154	2675	2742	3175	40,740	

パネルを補強対象としてきたが、大阪管内において昭和57年度よりBランクのパネル、さらに昭和61年度からは橋軸方向で損傷床版に挟まれたパネルなども積極的に補強されるようになった。そして、平成5年度当初からは、予算科目が維持修繕費から改築費に振り替えられるとともに、昭和46年以前の示方書で設計された全ての床版を片押しで補強することとなった。

2 鋼板接着工法の問題点

阪神公団では、鋼板接着工法の採用にあたって、以下のような実験および解析を行ってきた⁵⁾。

- ① 接着用エポキシ樹脂のせん断強度および疲労強度などに関する実験を行い、その性状を明らかにした。
- ② 接着用エポキシ樹脂の長期耐久性を確認するため、最高15年の暴露試験を行っている⁶⁾。
- ③ 鋼板接着したはりおよび版供試体の疲労実験を行い、補強効果を確認した。
- ④ 鋼板接着したRC床版の衝撃試験を行い、衝撃荷重に対する耐荷性能を明らかにした。
- ⑤ FEM解析により、ハンチおよび鋼板継ぎ目部の応力解析を行い、安全性を検討した。
- ⑥ 樹脂注入圧から、鋼板厚さとホールインアンカーのピッチを決定した。

表-3 鋼板接着による断面常数の変化

		主筋方向		配力筋方向	
		未補強	補強	未補強	補強
鋼材断面	下筋 (cm ²)	19.86	19.86	9.03	9.03
	上筋 (〃)	9.93	9.93	6.62	6.62
	鋼板 (〃)	0	45.00	0	45.00
	中立軸 (cm)	6.41	10.46	4.79	10.25
断面2次モーメント	下筋 (cm ⁴)	21,996	6,140	10,038	1,345
	上筋 (〃)	1,728	8,298	38	3,168
	鋼板 (〃)	0	40,699	0	42,952
	コンクリート (〃)	8,766	38,148	3,663	35,875
	合計 (〃)	32,490	93,276	13,739	83,340

注) 計算は幅1mあたり、n=15

⑦ 鋼板接着した連続RC床版の実験と解析から、支点部の負曲げモーメントに関する安全性を確認した。

⑧ 損傷程度の異なる床版を補強し、実物大走行疲労試験により、最適補修時期の検討を行った。

⑨ 試験車による実橋床版の補強後のたわみを計測し、その効果を確認した。

このように多方面からの検討を行い、その効果と信頼性を確認し、阪神公団では鋼板接着工法の採用に至っている。しかし、他機関ではこの工法の本格使用に躊躇するところも多く、その理由としては以下のようなものが挙げられている。

① 床版の曲げ耐力は大きく向上するが、せん断耐力はあまり改善されない。

② 鋼板接着によって路面から浸入した雨水を床版内に閉じこめることになる。

③ 鋼板接着後、床版表面の目視点検ができない。これらについて、各種調査点検結果などから、鋼板接着工法の有効性について論じることとする。

3 鋼板接着された床版の曲げとせん断

鋼板接着工法の基本的な考え方は、RC床版の曲げ補強である。補強設計は、阪神高速道路公団補修設計要領第2部に示されるとおり、道示が規定する曲げモーメントに対して、接着鋼板を鉄筋として取り扱い、応力度の照査を行っている。

表-3は、鋼板接着工法による床版の断面諸常数の変化を、床版支間3.85m、床版厚18cmのものについて示している。この表から明かなように、鋼板接着によって床版の剛性は主筋方向で約3倍、配力筋方向で約6倍に増加する。また、中立軸も下方に下がり、コンクリートの下縁の引張応力はかなり小さくなる。これらは、床版損傷の第1段階であるひびわれの発生を、防止するのに十分有効に作用するものである。特に、配力筋不足が問題とされた床版についても、断面2次モーメントは未補強床版の主筋方向の2倍以上になり、もはや構造上の弱点でなくなる。また、曲げ圧縮もコンクリート断面のより広い範囲で受けもたれるため、繰り返し荷重によるコンクリートの砂利

化現象も生じ難くなる。

一方、コンクリート標準示方書では、面部材の設計押し抜きせん断耐力は式(1)で表される。

$$V_{p.c.d} = \beta_d \cdot \beta_p \cdot \beta_r \cdot f_{p.c.d} \cdot u_p \cdot d / \gamma_b \quad (1)$$

ここに $V_{p.c.d}$: 設計押し抜きせん断耐力

β_d : 有効高さの影響に関する係数

β_p : 鉄筋比の影響に関する係数

β_r : 載荷面積の大きさに関する係数

$f_{p.c.d}$: コンクリートの圧縮強度から決まるせん断強度

u_p : 設計断面の周長

d : 有効高さ γ_b : 安全率

載荷面積を20cm×50cm、安全率を1として、式(1)から上記の未補強床版の押し抜きせん断耐力を求めると、47.6tとなる。また、鋼板を単純に鉄筋としてとらえると、補強床版では68.5tとなり、40%程度耐力は向上する。ところが、補強床版を静的載荷試験すると、部材の押し抜きせん断破壊より、鋼板とコンクリートの付着が先に切れるため、結果として押し抜きせん断耐力は、鋼板接着によって補強されないと言われてきた。

ここで、もう一度RC床版が繰り返し荷重によってせん断破壊する状況を考える。もともと、RC床版の曲げに対する破壊荷重は、上記の床版の下鉄筋が降伏する場合で14t程度で、押し抜きせん断耐力よりはるかに小さい荷重である。しかし、曲げで発生した鉛直のひびわれ面は、荷重の繰り返しによる叩きや擦りで摩耗する。この結果、RC床版の剛性の不連続化を招き、ひびわれ面の欠落やかぶりコンクリートの剝離などの損傷を生じさせ、ついには陥没という押し抜きせん断的に破壊することとなる。

ところが、鋼板接着工法は、既存のひびわれをエポキシ樹脂の注入によって一体化させるだけでなく、鋼板によって新しい曲げひびわれの発生も拘束することとなる。写真-1は蛍光樹脂を用いた補強床版の断面である。白く見えるのがエポキシ樹脂であるが、ひびわれをよく充填している様子がわかる。樹脂の引張り強度は、コンクリートより大きいので、樹脂充填されたひびわれはもはや構造上の欠点とはならない。また、鋼板がコン

クリートを拘束し、新しいひびわれが発生しないことは、後述の調査で確認されており、この初期ひびわれがない限り、上記のような最終的に陥没するような損傷形態は生じないと言える。

つまり、鋼板接着はせん断力を低下させる要因の抑制、すなわち活荷重によるひびわれの挙動を拘束するという点で、極めて大きな効果をもたらすのである。

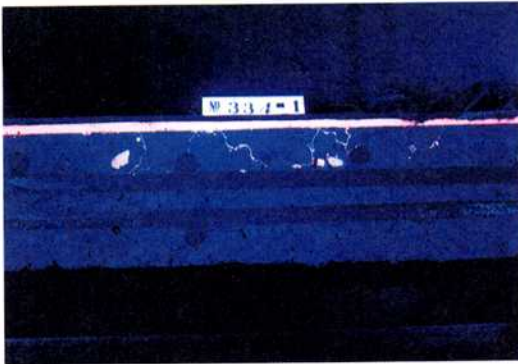


写真-1 エポキシ樹脂の充填状況

4 補修済床版の点検結果

4-1 定期点検結果

表-4に、平成4年度現在で最新の定期点検結果における、補修済および未補修の床版の、Bランク以上の損傷の発生状況を示す。未補修の床版は、当公団の中でも最も補修件数の多い工種であるため、損傷率は9%程度と低くなっているが、補修済床版の損傷率は、さらにそれよりはるかに小さい値となっている。また、Aランクの損傷に着目した場合、損傷率は鋼I桁（RC床版）で40%程度、鋼箱桁やPC桁で20~30%、橋脚、RC桁、伸縮装置、支承などで5~10%である。これらと比較すると、補修済床版の1%程度というのは、落橋防止装置の2%程度とともに、構造物の中で最も損傷の発生し難い工種であるといえる。

表-4に示される損傷率は、点検した時点において損傷していたかどうかを判断しており、構造物が供用されてから点検されるまでの時間が考慮されていない。そこで、表-5に時間経過を考慮した床版のAランク損傷発生率を示す。表の値は、1万パネルの床版を10年間供用した場合に、Aラ

表-4 定期点検による床版の損傷状況

	点検数	損傷数	損 傷 率 (%)											
			全 線	全 線	全 線	池田線	環状線	東大阪	守口線	森小路	堺 線	西大阪	松原線	湾岸線
全床版	92,367	5,943	6.43	3.00	5.05	1.35	2.48	8.68	4.96	6.92	12.42	1.34	2.97	12.72
補修済床版	30,240	398	1.32	0.76	1.23	0.27	1.24	0.11	1.48	1.48	0	0	0	2.53
未補修床版	61,127	5,548	9.08	5.34	8.41	1.63	5.56	20.52	17.42	14.96	13.29	1.39	2.99	14.80

注) 北神戸線では補修された床版はない。 損傷数・損傷率はBランク以上の損傷について集計している。

表-5 時間経過を考慮した床版のAランク損傷発生率

(単位: パネル)

	損 傷 発 生 率									
	池田線	環状線	東大阪	守口線	森小路	堺 線	西大阪	松原線	湾岸線	神戸線
補修済床版	15	13	0	5	0	7	54	0	0	129
未補修床版	1,040	840	500	1,930	760	6,120	2,530	100	2	1,710

シートの損傷となるパネル数を示している。未補修床版では、計算が煩雑となるため、補修された床版はその時点でAランクの損傷であったと仮定している。このため、未補修床版の値は、実際より若干高いものとなっている。

表-5で未補修床版の値に注目すると、堺、西大阪など比較的古い路線の損傷率が高く、松原、東大阪などでは低くなる傾向がよくわかる。補修済み床版との比較では、神戸線でやや高いものの、その他の路線では表-4の差より、さらに値が小さくなっていることがわかる。

表-6に、路線別の補修済み床版の定期点検結果の一例を示す。全ての点検結果を網羅しているのではないが、それらを含めても以下のことが特質すべき点として上げられる。

- ① 補修済み床版ではこれまでAランクの損傷は確認されていない。
- ② 補修済み床版でAランクの損傷は1%未満であり、Bランクでも数%程度である。これは旧示方書で設計された未補修床版の損傷と比べて極めて小さい値である。
- ③ 比較的損傷の程度の大きい守口線に代表されるように、補修済み床版の損傷の進展はあまりなく、昭和61年から平成2年の間に損傷率が小さくなっていることは、最近の補修技術がその考え方および施工技術ともに進歩していると考えることができる。

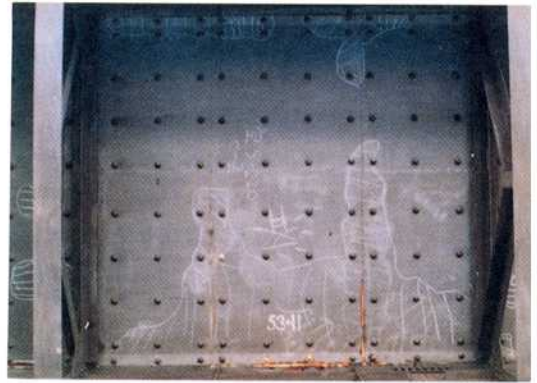


写真-2 補強鋼板の浮き



写真-3 補強床版の遊離石灰と錆

表-6 補修済み床版の定期点検結果

路線名	点検年度	点検床版数 (パネル)	補修済床版数 (パネル)	床版補修率 (%)	判定ランク					不良音	遊離石灰	錆	そり	シール剝離	ボルト緩み	その他
					Ⓐ	A	B	C	OK							
東大阪	S60	7,074	598	8.5	0	0	7	7	584		6	1				
東大阪	H3	7,168	1,478	20.6	0	0	4	16	1458		4	2				
守口線	S61	9,450	3,262	34.5	0	2	67	630	2563	54	27	2	1	10		
守口線	H2	9,474	6,757	71.3	0	2	82	708	5965	59	30	18		13		
松原線	S63	5,015	328	6.5	0	0	0	19	309							
西大阪	H1	2,946	1,756	59.6	0	6	20	145	1585	26	1	1	1			

④ A、Bランクの損傷の内容は、不良音と遊離石灰が多い(写真-2、3)。不良音は面積30%以上をAランクとしているが、この場合でもアンカーボルトによって、床版の耐久性および床版コンクリートの剝離落下は守られているようである。

以上より明らかなように、補修済床版の損傷がAランクに至る確率は極めて小さく、点検標準に定めるAランクでも耐荷性および耐久性に及ぼす影響は比較的小さいものと考えられる。

4-2 鋼板撤去調査結果

注入エポキシ樹脂の品質と鋼板接着工法の効果を確認するため、阪神公団では昭和58年以来、通行止めなどを利用して補修済床版の鋼板を撤去して、その接着状況などを調査している。調査は、浮き音や錆・遊離石灰など比較的損傷の進んでいるものを選んで行っている。

これまで採取した樹脂の試験結果と、調査結果の一覧を、表-7、8に示す。これらから以下のことがわかる。

- ① 注入材の充填率は全て100%であった。
- ② 注入材の厚さは、目標とする4mmにほぼ近い値であった。
- ③ 床版コンクリートには新しいひびわれは発生していない。

表-7 採取したエポキシ樹脂の試験結果

	比 重	曲げ強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²	硬 度 (HDD)	経過年数 (年・月)
規 格 値	1.0~1.3	600 以上	300 以上	80 以上	
S58 堺	1. 14	8 2 7	5 5 7	—	6'7"
	1. 14	8 5 4	5 3 9	—	5'11"
S59守口	1. 14	9 0 0	6 2 6	—	7'
S60東大	1. 15	9 0 4	6 3 9	9 0	4'
S61環状	1. 14	1 0 4 3	7 0 6	8 9	7'
S62環状	1. 14	7 6 4	4 5 2	8 6	8'3"
H2 堺	1. 17	6 6 2	2 7 9	8 9	13'11"
H3守口	1. 17	7 0 6	3 8 0	—	14'7"
H4東大	1. 14	8 7 1	4 5 0	—	11'6"

④ 注入用樹脂は、ひびわれにもよく充填されている。

⑤ 鋼板の浮きが報告された箇所は、ほとんどが鋼板と樹脂の界面の剝離であった。

⑥ エポキシ樹脂は、所定の強度をほぼ満足している。

鋼板接着された床版の損傷は、4-1でも述べたように、鋼板の浮きと遊離石灰や錆が多い。鋼板の浮きには、鋼板と樹脂が剝離している場合、コンクリートと樹脂が剝離している場合が考えられるが、浮き部分の鋼板が錆びていることから、ほとんどが鋼板と樹脂の界面の剝離である。鋼板と樹脂が剝離しているのは、鋼板の錆が通常鋼板端部のシール部分に発生し、内部に進行しながら鋼板と樹脂の付着を切っていくためと考えられる。このため、鋼板の浮きは鋼板端部に発生している場合が多く、この場合シールも剝離しているのが普通である。

コンクリートと樹脂が剝離しているのは、樹脂注入時にコンクリートが水分を含み、もともと樹脂とコンクリートが接着しなかったものと考えられる。鋼板据え付け時には、通常コンクリート表面を乾燥させるが、施工手順の関係で樹脂注入までに若干日数があく場合がある。この間に降雨などがあり、既存のひびわれを通して、コンクリートが水分を含むと、エポキシ樹脂はコンクリートと接着せず、樹脂がひびわれを防ぐ効果にも問題がでると思われる。また、このような箇所では、部分的にジャンカも確認されており、完全に止水されていない様子であった。

一方、鋼板の浮きがある箇所当初から床版に貫通ひびわれがあり、樹脂注入がよくまわらなかった場合に、遊離石灰や鋼板端部の錆のような損傷になるようである。損傷が進むと、析出した石灰分の落下や鋼板および鋼桁の腐食などを起こし、長期的には床版への影響も心配される。

5 考 察

これまでの調査結果から、2で挙げた問題点について考察する。

表-8 補修済床版の鋼板撤去調査結果結果一覧

No	調査床版 調査年月	補修年月 経過年数	鋼板面積 (㎡)	添 接 板	補 修 前 判 定	*1 鋼板撤去前 浮き音面積		*1 鋼板発錆 面積		*2 注平 入均 材厚 (mm)	*3 推 定 圧 縮 強 度 (kg/cm ²)	*4 ひびわれに関する調査			
						(㎡)	(%)	(㎡)	(%)			最大 幅 (mm)	密度 (n/㎡)	方向 係数	平 均 間 隔 (cm)
1	堺線 S-116 (C6) S-172 (C1, C2) S58.10	S52.3 S52.12 6年7ヶ月 5年10ヶ月	5.1	無		0.77	14.5	0.18	3.5	5.44	—	0.60	8.52	1.10	23.5
			"	"		0.10	1.9	0.70	13.8	4.29	—	0.45	4.13	0.63	48.4
			"	"		0.19	3.8	0.86	16.9	4.97	—	0.35	6.04	0.85	33.1
			"	"		0.23	4.5	0.66	12.9	4.50	—	0.60	6.76	1.11	29.6
2	守口線 S-148 (B7) S-153 (B5) S59.10	S52.10 7年0ヶ月	5.3	"		0.28	5.3	0.62	11.8	5.44	287	0.30	9.52	1.19	21.0
			"	"		0.48	9.0	0.54	10.2	4.35	305	"	10.33	1.11	19.4
			5.4	"		0.47	8.7	0.70	13.0	5.15	320	0.25	7.60	1.03	26.3
3	東大阪線 S-313 (C4) S-314 (B2) S60.10	S56.12 3年10ヶ月	5.3	有		0.18	3.4	0.06	1.1	4.50	239	0.40	7.48	0.99	26.7
			"	"		0.40	7.6	0.15	2.9	4.40	263	0.35	8.61	1.21	23.2
			5.2	"		0.28	5.3	0.05	1.0	5.10	294	0.30	5.93	1.13	33.7
			"	"		0.24	4.6	0.03	0.6	4.70	278	"	7.10	1.03	28.2
4	環状線 S-414 (A1, B2) S61.10	S54.11 6年11ヶ月	3.2	無		0.28	8.9	0.16	5.0	4.03	305	"	8.35	1.11	24.0
			"	"		0.22	7.0	0.10	3.2	4.19	305	"	8.09	1.34	24.7
			"	"		0.15	4.7	0.12	3.7	5.69	297	"	8.23	1.10	24.3
5	環状線 S-42 (D4) S63.1	S54.11 8年2ヶ月	1.9	"		0.20	10.6	0.13	6.9	4.25	299	"	2.31	3.10	86.5
			"	"		0.14	7.5	0.13	7.3	4.30	333	"	4.60	1.38	43.5
			3.3	"		0.05	1.7	0.06	2.0	4.40	346	"	4.65	1.48	121.1
6	堺線 S-216 (C2, C3) H. 2.10	S51.12 13年 10ヶ月	4.4	"	A	0.90	20.7	0.79	18.2	4.08	294	0.20	3.29	2.46	60.8
			"	"	"	1.03	23.7	0.83	19.1	5.30	296	"	2.77	1.20	72.2
			"	"	"	0.95	21.4	0.69	15.7	4.03	255	0.15	5.10	2.04	39.2
			"	"	"	0.84	18.9	0.72	16.4	4.80	302	0.20	4.92	1.51	40.7
7	守口線 S-31(C1) H 3.10	S52.3 14年 7ヶ月	4.0	"		0.45	11.4	0.79	20.0	5.13	236	0.15	3.14	1.28	63.6
			"	"		0.53	13.3	0.72	18.2	5.81	244	0.10	2.45	1.27	81.6
			2.8	"		1.08	38.7	0.84	29.9	4.97	219	0.10	2.30	1.77	87.0
			"	"		0.76	27.2	0.65	23.4	5.11	204	0.15	3.80	1.73	52.6
8	東大阪線 S-180 (C2, C3) H 4.10	S56.3 11年 7ヶ月	5.5	"	B	1.16	21.1	0.46	8.4	5.62	308	0.30	1.42	1.12	140.8
			"	"	"	0.44	8.0	0.58	10.5	4.62	290	0.35	1.66	2.07	120.5
			"	"	"	0.31	5.7	0.51	9.3	4.89	291	0.15	1.15	1.50	173.9
			"	"	"	0.37	6.8	0.53	9.6	4.74	297	0.15	1.31	1.85	152.7
			"	"	"	0.39	7.1	0.49	8.9	4.39	324	0.30	1.10	1.16	181.8
			"	"	"	0.67	12.2	0.62	11.2	4.73	272	0.65	0.88	10.00	227.3
"	"	"	0.59	10.7	0.41	7.5	6.38	290	0.15	2.04	1.15	98.0			

- *1) 浮きおよび錆の発生面積はプランメーターにて概算計測した。
- *2) 注入材の充填率は、調査した鋼板の面積に対してすべて100%だった。
- *3) コンクリートの圧縮強度は、シュミットハンマー試験結果より推定した。
- *4) 新しいひびわれの発生は確認されず、したがって表示数量は補修前に発生していたものを示す。

まず、補強床版のせん断耐荷力であるが、これは実質的にかなり増大しているといえる。つまり、床版のせん断破壊は曲げひびわれが繰り返し荷重を受けて、その断面でのせん断耐力を減少させて生じるのであり、そのもともとの曲げひびわれを修復し、新規のひびわれも起きさせないのであれば、せん断耐力の減少は考えられないということになる。このひびわれの状況については、各種調査で確認されており、また、供用30年近くになり、鋼板接着してからも20年以上経過する床版などでも、これまで陥没事故などを生じていないことは、上記のような結論を支持するものである。

次に水に対する問題である。床版の損傷で水が問題となるのは、ひびわれ部の水が潤滑的な役割を果たすとともに、コンクリート成分を流し、繰り返し荷重による損傷を早めるためである。しかし、確実に施工された補強床版では、エポキシ樹脂がひびわれにも注入され、水の進入は防がれる。また、たとえ樹脂が充填されないような微細なひびわれに水が入っても、ひびわれの動き自体が鋼板によって拘束されているため、上記のような現象は生じないと考えられる。

最後に、点検については目視でコンクリート表面は確認できないが、錆や遊離石灰を見つけ、これが著しい場合にはたたき点検によって鋼板の浮きを調査すれば、十分と考えられる。つまり、鋼板と床版が一体である以上、コンクリートのひびわれやその動きによる砂利化現象などは生じず、せん断耐荷力の低下も考えられないからである。

以上のように、鋼板接着工法の問題点とされている事項についても、これまでの調査点検から信頼性の高いものであることが確認されている。

あとがき

鋼板接着による床版の補修、補強も20年以上を経過し、量的には非常に少ないもののAランクの損傷も生じている。これらの多くは施工時の損傷か、添接板が設けられなかった古いものに多いよ

うである。また、損傷の多くを占める鋼板の浮きは、床版耐荷力に対して影響は少ないが、遊離石灰や錆を伴うものは、路下や鋼桁に影響を与える。これらは、床版に水道が生じているためであり、遊離石灰、錆を除去し、シールや塗装を行うだけでは、根本的な補修とすることはできない。

4-1で述べたように、鋼板接着された床版の損傷原因は2つ考えられる。鋼板の錆によって単に鋼板と樹脂の間に浮きが生じている場合は、鋼板に錆があっても両者の付着を回復するような材料⁷⁾を用いて再注入し、鋼板端部の処理を確実に行えばよい。また、樹脂注入時にコンクリートが水分を含み、樹脂が付着しなかった場合には、水の供給源の遮断と再注入、あるいは無機系材料の注入によるひびわれの止水などが考えられ、今後このような再補修方法についても研究する必要があると考えている。

参考文献

- 1) (財)首都高速道路協会：床版補強の設計施工に関する調査研究（その1）報告書、昭和55年3月
- 2) (財)首都高速道路協会他：床版補強の設計施工に関する調査研究（その2）報告書、昭和56年3月
- 3) (財)首都高速道路協会他：床版補強の設計施工に関する調査研究（その3）報告書、昭和57年3月
- 4) (財)首都高速道路協会他：床版補強の疲労試験概要書、昭和57年3月
- 5) 阪神高速道路公団他：道路橋RC床版のひびわれ損傷と耐久性、平成3年12月
- 6) 山口、澤登：床版補修用エポキシ樹脂の長期強度特性、技報第12号、1992
- 7) 阪神高速道路公団他：補修済床版（鋼板接着）の再補修用注入材料の選定 報告書、平成5年2月