

首都高速道路公団 正会員 加藤正晴

〃 〃 〇音川庫三

〃 〃 安孫子敏雄

1. はじめに 首都高速道路の昭和53年3月末現在での供用路線延長は、131.7kmであり65万台/日の交通量がある。また昭和38年に供用開始された1号線を例にとると4.5万台/日の断面交通量で大型車両の混入率は4%という結果があり点検補修の面で日夜努力しているのが実状である。首都高速道路の床版を例にとると基準の変遷、交通車両の増大等に伴って増設桁工法あるいは鋼板接着工法を採用し補強した例が多い。しかしながらこれらの床版補強に対してその後の経年変化を追跡した事例はほとんど見あたらない。本報告は、昭和43年及び昭和48年に高架橋床版に実施された1号線のPC桁橋、鋼桁橋の主として鋼板接着箇所に着目した詳細な叩き点検調査を行い、エポキシ樹脂を媒介材とした鋼板の施工法別による接着状況結果と、さらに鋼桁橋の床版下面に鋼板接着を行った効果を荷重車を載荷させ歪測定を行いその挙動を解析検討したものである。

2. 調査方法 (1)叩き点検 首都高速1号線サ116工区(港区芝浦)のPC単純桁の鋼板接着(短棚型)2連及びサ122工区(港区海岸)の鋼単純合成桁の鋼板接着(広幅型)2連に対して、木槌で鋼板下面を叩きその音により剥離箇所を発見して行く方法で調査した。諸元は、表-1のとおりであり鋼板接着は注入工法と圧着工法で施工されたものである。点検の記録は、接着不良の範囲、位置、大きさの形状を写真し、あわせてひびわれ状況も記録した。(2)歪測定 鋼桁橋

表-1 調査橋梁の諸元

工区	橋脚形式	支間	桁間隔	補強方法	施工年度	略断面
116 (サ1)	PC単純桁	25.0m	3.3m	〇鋼板接着 (注入、圧着が混用)	昭和 43年度	中横8.3m 鋼板厚25cm 185x15
116 (サ2)	〃	〃	〃	〇短棚型鋼板使用	〃	〃
122 (サ2)	鋼単純 合成桁	21.5m	3.0m	(1次)増設桁施工 入=3.0→1.5m (2次)鋼板(広幅)を 注入にて接着	昭和 48年度	中横16.8m 鋼板厚25cm 185x15 鋼板(広幅)
〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

1連は、叩き点検の他に1桁間の鋼板に着目し鋼板下面に歪ゲージ(箔フエスチルゲージ)140点及びタワミ計(差動トランス型変位計)を取付け、鋼板下面の歪状況、桁のタワ

ミ性状を静的に測定した。荷重は交通規制を実施した上で荷重車を橋梁支間の1/4, 1/2, 3/4点に載荷させ測定は4回繰返し行った。この中で3/4点は鋼板接着継目にゲージをセットしたものである。(図-1参照)

3. 調査結果

(1)叩き点検

a) PC桁部…施工年度は昭和43年度であり注入工法と圧着工法の混用で短棚型鋼板(1枚当り25

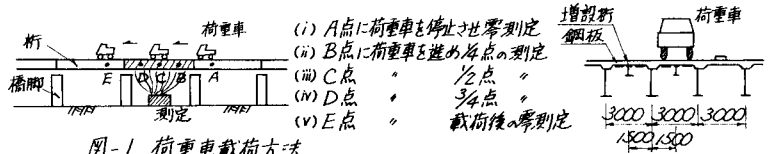


図-1 荷重車載荷方法

×560~570cm, 注入全面積77.75 m^2 , 圧着全面積35.25 m^2)で実施したものである。①剥離率=(全剥離面積/鋼板全面積)×100とすれば、注入工法部分で2.5%, 圧着工法部分で8.5%, 全体では4.4%であり、この区間の測定では注入工法の方が接着度が高い結果となっていた ②鋼板1枚毎に着目すると全体の約半数は大きく小なり剥離箇所があり、著しいもので1枚当りの面積の50%程度が剥離している。但し注入工法と圧着工法との差は明確に表われていない ③剥離状況は走行車線側に多くあり逆走車線側は比較的少ない。

b) 鋼桁部…施工は昭和48年度で増設桁取付後広幅の鋼板で注入工法にて実施したものである。①鋼板の接着率は良好で最も剥離の大きいものでも鋼板面積の4%程度であり、全体での剥離率は0.21%であった ②鋼板剥離部は橋断勾配の高い側の縁端に多く、施工時の樹脂注入方法に関連があると考えられる ③鋼板をはずれた部分のひびわれは、主鉄筋方向に4~53cmの間隔で見受けられたが、いずれも0.1mm以下のもので特に問題とならない。(2)歪測定結果の分析 橋軸直角方向における各載荷点の後輪直下の平均歪 ϵ_x は、図-2に示すとおりであり、1/4点と1/2点で最大歪55 μ 程度で分布も類似している。3/4点では ϵ_{max} は30 μ 程度であった。

橋軸方向の平均歪 $\bar{\epsilon}_y$ は、図-3であり1/4点と1/2点を比較すると歪分布形状は似ているが最大歪は1/2点の17 μ に対して1/4点では5 μ と小さい。また3/4点は後輪載荷位置の前後で歪が大きく異なっていたが歪分布のみだれの原因の一つとして鋼板継目の影響が考えられる。こゝで載荷試験により測定した鋼板接着部の歪及び γ ワミ値に対してデー7の傾向を比較し補強効果を調査するためFEMによる解析と比較検討する。解析モデル骨組、計算方法は次によった。i)主桁、縦桁、横桁を線要素とし主桁はコンクリートとの合成断面、他は鋼桁のみの剛度とする ii)床版は面要素として適当な要素に分割する iii)載荷重は舗装上面から床版

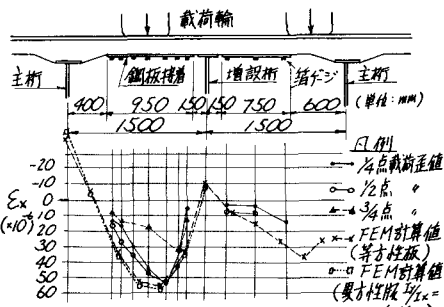


図-2 橋軸直角方向の歪分布(各載荷点荷重直下)

中心迄の分布を考慮する iv)解析プログラムは日本電算(株)のFINAL/STATIC Sを使用。図-4は解析モデルの骨組図である。

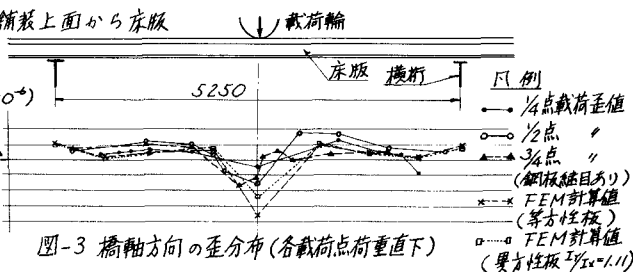


図-3 橋軸方向の歪分布(各載荷点荷重直下)

①1/2点の測定歪は $\epsilon_x = 5.5\mu$, $\epsilon_y = 1.7\mu$, $\epsilon_y/\epsilon_x = 0.31$ でありFEM解析は床版を等方性版とした場合、異方性版として各ケースで計算した結果の1例をあげると、床版の引張側コンクリートを無効とし鋼板を鉄筋換算断面と考えた場合には $\epsilon_x = 5.6\mu$, $\epsilon_y = 3.7\mu$, $\epsilon_y/\epsilon_x = 0.66$ で ϵ_x は測定値と一致するが ϵ_y は1/2以下で小さい。測定歪比 $\epsilon_y/\epsilon_x = 0.31$ から推定した床版の剛比は $I_y/I_x = 1.1 \sim 1.2$ となり見かけ上橋軸方向に剛な異方性版として挙動していると考えられる。従って直角方向の床版は引張コンクリートを無効とし鋼板を鉄筋換算断面と

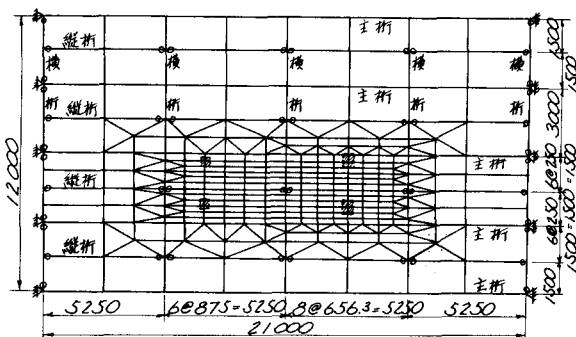


図-4 解析モデル骨組図

考え、橋軸方向の床版はコンクリート全断面有効の他に鋼板を鉄筋換算断面とした床版の剛性 $I_y/I_x = 1.11$ の異方性版とした場合の計算値は、 $\epsilon_x = 6.0\mu$, $\epsilon_y = 2.2\mu$, $\epsilon_y/\epsilon_x = 0.37$ となりほぼ一致してくる ②橋軸直角方向の接着効果が少ない原因は、鋼板が主桁と縦桁間に接着されているがハンチ部にはなく桁フランジと不連続であること、鋼板定着長が短いことなどによるものと考えられる。ちなみに本橋での床版への鋼板幅は床版支間の50%程度であり直角方向断面の床版剛度が全面に接着してある場合に比べて20%程低下する。③主桁の歪は、表-2に示すように上下面とも計算値に近い値であったが、増設桁は測定結果から下面の歪が小さく合成桁として働いている要素が強く表われている。

表-2 桁の歪

	桁	測定歪	計算歪	測定歪/計算歪
主桁(合成桁)	上面	5 μ	-5 μ	
	下面	53	62	0.85
増設桁(非合成)	上面	-3	101	
	下面	78	101	0.77

4. おわりに

今回の報告は、断面交通量が4.5万台/日をもつ首都高速道路のコンクリート床版補強工事のうち、エポキシ樹脂を媒介材として鋼板接着を施した部分の追跡調査の結果である。鋼板の剥離程度については予想以上に良好な結果が得られていた。これは施工の良否というより寧ろ床版補強の施工時期に大きく作用されたものであり、少くとも一方のひびわれが生じてきた段階での早期施工の結果が表われたものと思われる。載荷車両による鋼板の応力測定結果からの解析検討では異方性版としての挙動を示す傾向として表われていた。また床版下面と増設桁上面をエポキシ樹脂を注入した新には合成効果の傾向が示されていた。尚、本報告に際し多大の尽力を賜った井上英雄氏、花里久氏に感謝すると共に、今後の床版補強での一資料になれば幸いである。