

首都高速道路公団 正員 阪口 勇
正員 ○阿保 進

1 まえがき

近年における交通量の増加および車輛重量の増大に伴い、高架橋の鉄筋コンクリート床版(以下RC床版)の損傷が関係各機関で報告されている。首都公団においても床版の損傷による一般通行車輛への影響を最小限にとどめるためRC床版の交換を行ない、鋼板桁橋のRC床版を対象とし増設桁工法および鋼板(短冊)接着工法の併用で行なっている。しかし、増設桁工法における補強効果は、(1)主桁と増設桁との剛度の比 (2)増設桁を支持する横桁の剛度 (3)増設桁の本数および取付位置 (4)床版の剛度によって差異が生じて来る。本報告は、前記の関係を解明するために増設桁工法により補強されたRC床版のモデル化を行ない電子計算機による解析を行なった結果を報告するものである。

2 増設桁工法

増設桁工法による床版補強はRC床版を支持している既存の主桁間に、新に1~2本の増設桁を設置することにより床版支間を短くし、輪荷重により生じる主筋および配筋方向の曲げモーメントの減少を図るものである。通常、増設桁を支持するために横桁を同時に増し桁する場合が多い。RC床版の損傷は曲げモーメントにより生じる引張り側コンクリートのひびわれが、移動する輪荷重によりRC床版のほぼ全面に広がり、さらにせん断力によるひびわれの角落ちおよびスリ減り現象が生じ、このスリ減り現象が床版上面まで進行し床版の損傷に至るといわれている。このことから考えて、初期に発生するひびわれの大きさおよび量に影響を与える荷重作用力を少なくすることを目的とする増設桁工法は、床版補強の有効な一手段であるといえる。また、首都高速道路のように昼夜間を問わず膨大な交通量のある道路においては、その交通を止ることなく床版の下面から施工が可能であるという利点をも見逃すことは出来ない。首都公団では増設桁工法により主鉄筋方向の補強を行ない、さらに、必要に応じて配筋方向に対して鋼板(短冊型)を直接RC床版下面に接着する方法で補強している。

3 解析方法

増設桁工法による床版補強の効果を評価する方法として、輪荷重により発生する主筋方向および配筋方向の曲げモーメントの補強前後における数値を比較することにより、その補強効果を推定することとした。

このため、増設桁で補強された床版を図-1に示すようにモデル化しRC床版が主桁、増設桁および横桁で構成するパネルに支持されていると仮定し、FEMにより解析を行なった。荷重のインプットは、図-1の各点(A)、(B)、(C)の曲げモーメントが最大となるような後輪荷重の組み合わせが10ケース前後である。以上の解析結果と昭和48年制定の「道示」に定められている床版各点の曲げモーメントを求める式により算出した数値とを比較した。その内、床版支間3.5mの場合を図-2および表-2に示す。なお、増設桁および取付用の横桁の形状寸法および剛度は表-1のとおりである。

表-1 補強桁形状寸法

	増設桁		取付横桁	
	形状	剛度 EI の主桁との比	形状	剛度 EI の主桁との比
(大)	2-Fig. 200x20	276 000 cm ⁴	2-Fig. 360x24	670 000 cm ⁴
	1-Web. 1000x9	7.2 %	1-Web. 1120x9	17.4 %
(中)	2-Fig. 200x19	166 000 cm ⁴	2-Fig. 260x40	362 000 cm ⁴
	1-Web. 800x9	4.3 %	1-Web. 750x12	9.4 %
(小)	2-Fig. 200x10	53 400 cm ⁴	2-Fig. 200x10	53 400 cm ⁴
	1-Web. 600x9	1.4 %	1-Web. 600x9	1.4 %
主桁	Slab 3500x180	Steel { U-Fig. 270x15 Web. 1600x9 L-Fig. 430x23	剛度(合成断面) 3 860 000 cm ⁴	

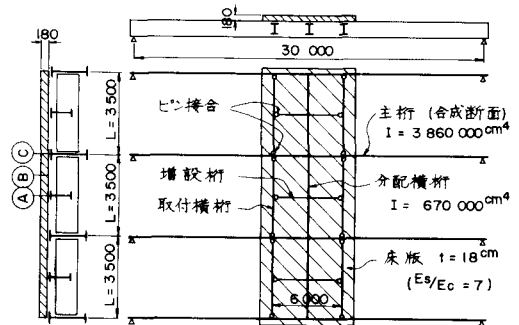


図-1 解析モデル

4 解析結果

解析の結果は主鉄筋方向および配力筋方向の曲げモーメントについて図-2および表-2に示すとおりである。これによると、中央部④点では剛度Ⅲの場合で十分補強効果があるといえる。しかし、⑥点では剛度Ⅱの場合でも満足な補強を行なっているとはいえず、昭和38年制定の細示により設計された床版では⑥点で主鉄筋の曲げ上げが行われているため、破壊抵抗モーメント M_u (ACI式による)がほぼ $\frac{1}{2}$ となっている、このため⑥点での補強効果はほとんどないといえる。また、動力筋方向の補強についても同じことがいえる。故に、増設桁をRC床版支間の中央部分に設けて補強する方法では、さらに剛度の大きな増設桁の設置が必要となるが、その重量増のために吊足場上での作業性に問題が生じる。また、桁高を大きくすることは中間対傾構および排水管等の付属物との取り扱いから非常に困難であるため、剛度中程度の増設桁による補強が限界である場合がほとんどである。したがって、⑥点での補強効果を高めるためには剛度Ⅲの増設桁を2本配置した。この結果は図-2および表-2に示すとおりであり、増設桁1本の場合に較べ⑥において良い結果が得られている。なお、以上の解析結果と建設省土木研究所資料第1338号床版支持げたの不等式下により、生じる床版の曲げモーメント計算図表そのものによる計算結果と比較した結果は、剛度Ⅱ(大)、Ⅲ(中)、Ⅲ(小)のいずれの場合も今回のFEMによる値は土研資料による場合の80%程度となった。このことは、FEM解析は4主桁で分配桁を持ち3径間連続床版であるが、土研資料は2主桁で分配は床版のみによって行われるとしている解析モデルの差によるものと考えられる。

5 あとがき

FEM解析の結果からRC床版の補強を行なう場合の増設桁の剛度および取付本数と補強効果との関係について一応の結果が得られた。しかし、現場の実橋と解析を行なったモデルとの軸荷重に対する挙動の差を実橋載荷試験等を行ない、さらに詳細に検討する必要がある。また、補強した増設桁とRC床版との間のエポキシ樹脂の接着力を考慮した合成断面としての評価をどの程度とするか等問題は、数多く残されている。さらに、補強を行なったRC床版の疲労の問題は、補強方法の種類に関係なく解決すべきことであろう。これらについても、今後、研究を行なっていく予定である。なお、今回の解析に使用したプログラムは、(株)日本電算の「FINAL/STATIC」である。最後に、解析に際し尽力を賜った(株)オリエンタルコンサルタントの花里久氏に感謝の意を表します。

表-2 補強前後の各点モーメント

		主筋方向			配力筋方向		
		(A)	(B)	(C)	(A)	(B)	(C)
補強前	道示S-48	4.32	2.83	-4.54	3.00	2.34	※
	(大)	-0.13	2.38	-3.63	0.40	1.95	-0.26
補強後	(中)	0.52	2.53	-3.69	0.73	1.98	-0.32
	(小)	1.77	2.97	-4.47	1.30	2.17	-0.13
	(中)×2	0.24	3.75	-2.93	—	—	—
	(大)	2.77	1.53	-3.17	1.84	1.28	0.03
	(中)	3.56	2.19	-2.39	—	—	—
	(小)	—	—	—	—	—	—

上段はFEMによる値。下段は土研資料による値。

※印は推定値とする。

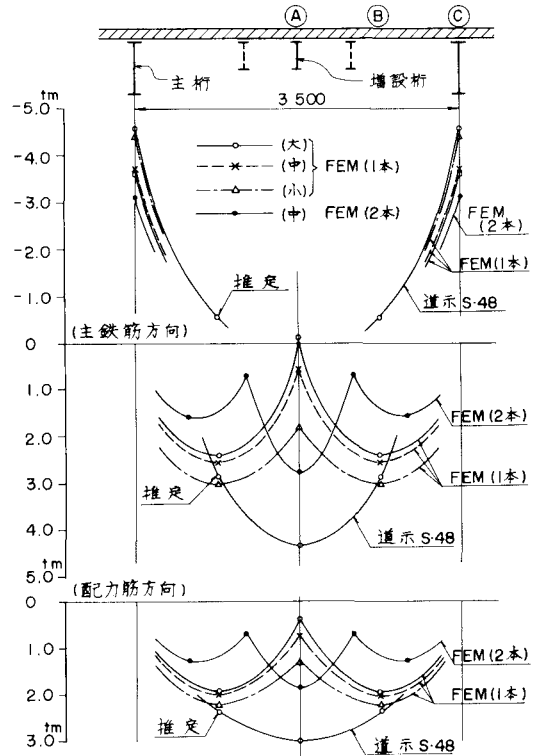


図-2 曲げモーメント比較図