

I-510

損傷床版の各種補強工法に関する試験

日本道路公団 試験所

飯東義夫 (社)建設機械化研究所

金成昌美

日本道路公団 試験所 正会員 木曾 茂 (社)建設機械化研究所 正会員

○ 庄中 憲

1. まえがき

道路橋鉄筋コンクリート(RC)床版の損傷対策は、維持管理上の重要な問題である。したがって、道路橋を良好な状態で管理するためには、点検調査で発見される損傷に対して、適切な方法で補修・補強を実施することが必要となる。本試験は、実橋の損傷床版を想定して製作した供試体に、各種補強を施して補強効果を静的載荷試験および疲労試験により比較検討するものである。今回比較した補強工法は、全面鋼板接着補強、下面増厚補強、帯状鋼板接着補強および上面増厚補強の4工法である。本報告では、静的載荷試験の結果について述べる。

2. 供試体

各種補強に使用した供試体は、損傷床版を想定して貫通ひびわれの入った低品質のRC床版(幅員1800×長さ3300×厚さ150、スパン1500およびw/c=70%)である。供試体の主要諸元を表-1に、コンクリートの配合を表-2に示す。また、補強前の各供試体のひびわれ密度は6 m/m<sup>2</sup>以上であった。補強工法の概要を表-3に示す。

表-1 供試体の主要諸元

支間 (m)	長さ (m)	厚さ (m)	主鉄筋	配筋筋	純かぶり (cm)
1.5	3.3	0.15	上側 D13etc200 下側 D13etc100	上側 D10etc300 下側 D10etc150	3.0

表-2 コンクリートの配合

材令28日 圧縮強度 (t/t/cm <sup>2</sup> )	骨材の 最大寸法 (mm)	スランプ の範囲 (mm)	空気量 の範囲 (%)	w/c	練成率 S/s (%)	単位量 (t/m <sup>3</sup> )				
						W	C	骨材	骨材	AE減水剤
2.0	25	21±1.5	4±1	7.0	4.9	18.4	26.3	8.95	9.99	1.052

表-3 補強工法の概要

補強工法	鋼桁上製作床版			
	全面鋼板接着	帯状鋼板接着	下面増厚	上面増厚
供試体厚さ (mm)	150+3.2 153.2	150+4.5 154.5	150+18 168	150+55 205
使用材料	鋼板 t=3.2mm 1200×3200×3.2 アンカー M10	鋼板 t=4.5mm 800×3200×4.5(3枚) アンカー M10	鉄筋 D6 (5×5cmピッチ) ポリマー モルタル	鋼繊維補強 超速硬 コンクリート 5.5cm
施工手順	① 鋼板加工 ② 接着面グラスト ③ 床版ケレン ④ 鋼板取付け ⑤ 樹脂注入 (t=3mm)	① 鋼板加工 ② 接着面グラスト ③ 床版ケレン ④ 鋼板取付け ⑤ 樹脂注入 (t=3mm)	① 1層鉄筋D6+ポリマー モルタル 6mm ② 2層鉄筋D6+ポリマー モルタル 6mm ③ 3層鉄筋+モルタル 6mm	① 床版切削 (t=10mm) ② ジョットグラスト ③ 増厚コンクリートの 打設

3. 試験方法

支持方法は、図-1に示すように鋼桁支持台上に長辺を単純支持(スパン=1.5m)および短辺自由の状態(一方方向スラブ)とした。載荷板の大きさは、道路橋示方書に定める後輪荷重幅の20cm×50cm相当の鋼板を用い、その下に厚さ1cmのポリエチレン板を敷いて載荷試験を行った。載荷位置は、床版中央の1点として、補強前後とも静的に9.6t荷重(設計輪荷重8t×1.2)までの載荷を行い、補強効果を確認した。その後、供試体が破壊するまで載荷を継続した。

4. 試験結果

(1) 各種補強工法の比較

床版のたわみおよび鉄筋のひずみについて、補強後の値を補強前の値で除した値を補強効果比とした。なお、無補強床版の補強効果比は1.0となる。

この補強効果比を比較した図-2において、たわみ

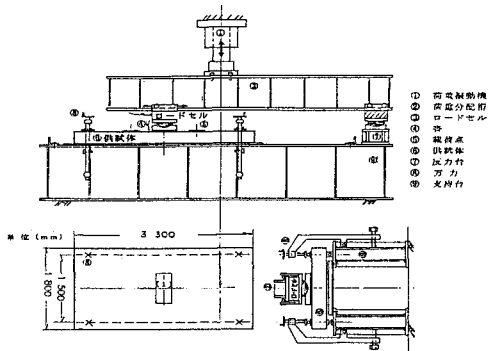


図-1 載荷試験状況

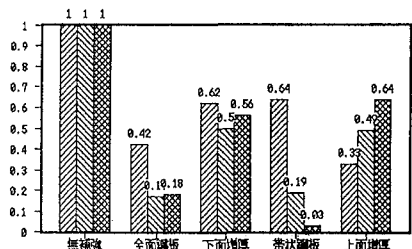


図-2 補強効果比

に関しては、上面増厚は剛性が高いため効果があり、鉄筋のひずみに関しては、全面鋼板および帯状鋼板による補強効果が著しい結果となった。特に帯状鋼板では、鋼板が配力鉄筋方向に配置してあるため配力鉄筋ひずみが激減した。

次に、たわみについて、簡易的な有限要素法を用いて計算した結果を併せて表-4に示す。

解析は床版の1/4をモデル化し、要素には多層シェル要素(要素数:128)を使用した。

表-4に示すように、簡易的な有限要素法の解析によって、変形に対してはある程度、結果を推定することができると思われる。

表-4 たわみの補強効果比

供試体名	無補強	全面鋼板	下面増厚	帯状鋼板	上面増厚
実験値	1.00	0.42	0.62	0.64	0.33
計算値 有限要素法	1.00	0.56	0.70	0.61	0.31

(2) 静的破壊耐力

静的破壊耐力を表-5に示す。なお、表中の計算値は角田式<sup>1)</sup>によるもので、鋼板および補強鉄筋については鉄筋量に換算して計算した。

静的破壊耐力において、実験値と計算値の比は0.981~1.018となり、よく一致した。これは、平成3年度に報告した実橋床版の試験<sup>2)</sup>と同様な結果となった。

下面からの補強(全面鋼板、下面増厚、帯状鋼板)は、鋼板の厚さおよび補強鉄筋量の増加にともなって耐力の増加が計算から推定され、今回の補強では1~2割の増加を示した。また、上面増厚は、実橋と同様の施工方法による増厚量5.5cmの補強に対して、8割の耐力増加を示した。

破壊形式は全て押抜きせん断破壊となり、破壊に至る経過をまとめると以下のとおりである。

- 第1段階 曲げひびわれの発生
- 第2段階 引張鋼材(鉄筋、鋼板)の降伏
- 第3段階 載荷板直下へのせん断ひびわれ進展
- 第4段階 押抜きせん断破壊

(3) たわみの変化量

供試体の荷重-ひずみ曲線において、初期(3~9.6t)のたわみ(1tf当り)に対して破壊直前ではどの程度変化するかを比較した表を表-6に示す。このように、各供試体に共通して、たわみの変化量(破壊直前のたわみ/初期のたわみ)が同程度以上になると押抜きせん断破壊に至ることが示された。

表-6 たわみの変化量(1tf当たり)

供試体名	無補強	全面鋼板	下面増厚	帯状鋼板	上面増厚
①初期のたわみ (3~9.6tf)	0.10	0.045	0.051	0.08	0.04
②破壊直前	0.69	0.28	0.54	0.495	0.263
②/①	6.9	6.2	10.6	6.2	6.6

(備考)・破壊耐力(実験値)の( )内は無補強床版を100とした時の値である。

5. まとめ

各種補強床版の静的な載荷試験を行った結果、鋼板接着補強は鉄筋ひずみの減少に効果があり、上面増厚補強は剛性を高める効果が良好であった。4種類の補強工法における補強効果は、静的ならびに動的荷重の両面からとらえる必要があるが、静的な補強効果は、ある程度把握できた。しかし、これらの補強工法を実際に適用するためには、動的な繰返し載荷試験によって疲労強度を確認する必要がある。

現在、各種補強工法の補強効果を確認するための疲労試験を実施中である。

(参考文献) 1) 角田・井藤・藤田: 鉄筋コンクリートスラブの押抜きせん断耐力に関する実験的研究,

土木学会論文報告集, 第229号, 1974年9月

2) 岡・木曾・金成・庄中: 鋼板接着補強床版の耐荷力試験, 1-142

土木学会第46回年次学術講演会, 1991