

I-142 鋼板接着補強床版の耐荷力試験

日本道路公団 試験所 正会員 岡 米 男
日本道路公団 試験所 正会員 木 曾 茂
(社)建設機械化研究所 金 成 昌 美
(社)建設機械化研究所 正会員 ○ 庄 中 憲

1. まえがき

鉄筋コンクリート床版に発生する過大なひびわれは各所に顕在化しており、これに対する補修・補強は高速道路の管理における重要な問題点の一つである。鉄筋コンクリート床版の補強方法としては、コンクリートの打換え・縦桁の増設・鋼板接着等であるが、交通規制を伴わずに桁下で施工できる鋼板接着工法は、しばしば採用されている。本試験は、実橋(若戸大橋)から切出された鋼板接着補強床版を用いて、この補強床版の耐荷力(静的耐力、疲労耐力)を確認することを目的としたものである。

2. 供試体

若戸大橋は昭和37年9月に供用開始された後、昭和52年から鋼板接着工法により補強が行われ、その後、拡幅工事に伴い平成元年5月に床版が切出された。切出された床版の形状・寸法を図-1に示す。供試体は、この床版からアスファルト舗装および鋼桁を取り除き、1.55m(幅)×1.4m×2.8mに整形したものを使用した。なお、供試体以外の部分で鋼板はぎ取り後に行ったひびわれ調査の結果、床版下面のひびわれ密度(単位長さのひびわれ長)は約7m/m²であり、これは中程度のひびわれ損傷と考えられる。

3. 試験方法

供試体の据付は、図-2に示すように鋼桁支持台上に長辺を単純支持および短辺自由の状態とし、4隅には万力を取付けて浮き上がりを防止した。載荷板の大きさは、道路橋示方書に定める後輪荷重幅の20×50cm相当の鋼板を用い、その下に硬質ゴムを敷いた。

載荷位置は静的試験が床版中央の1点として、疲労試験では3点移動載荷とした。静的試験は補強の有無の2体で行い、疲労試験は補強床版の1体で上面に水張り状態で実施した。

4. 試験結果

4.1 静的試験

静的試験は鋼板の補強効果を確認するために、鋼板無し1体および鋼板有り1体で実施した。その結果を表-1に示す。また、床版破壊時の鋼板の剥離範囲を図-3に示す。

表-1 静的試験結果

供試体名	破壊荷重(tf)		破 壊 状 況	床版中央(9.6tf時)	
	実験値	計算値		たわみ量(mm)	主鉄筋ひずみ(μ)
鋼板無し床版	42.5 (P_u)	45.4	主鉄筋の抜け出し後に配力鉄筋の降伏	0.63	262
鋼板有り床版	75.0 (P_{ur})	75.0	鋼板の剥離後に押抜きせん断破壊	0.22	31

このように、鋼板補強によって静的耐力は1.8倍に増加し、床版のたわみ量は約1/3に、主鉄筋のひずみは約1/8に減少した。また、実験値に対する計算値¹⁾の適合性は良好であった。

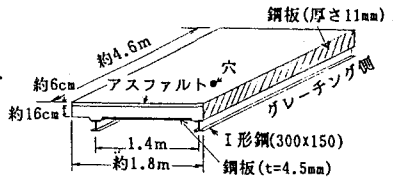


図-1 切出し床版の形状・寸法

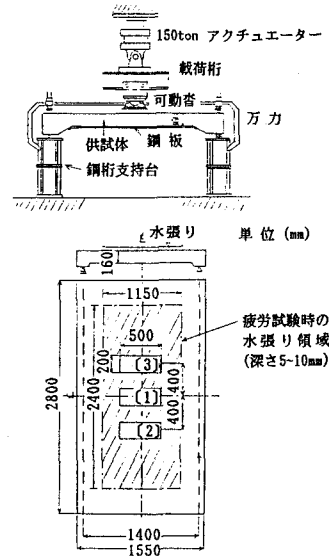


図-2 載荷方法と載荷位置

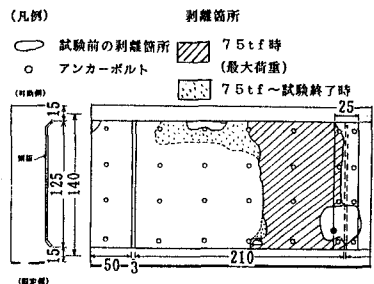


図-3 鋼板の剥離範囲(補強床版)

図-4に無補強床版と補強床版のたわみ分布を示す。9.6tf時のたわみ量は補強により約1/3に減少したが、計算による剛性の変化でのたわみ量は約1/5となる。したがって、完全とは言えないが、鋼板とコンクリートが一体化し、おおむね接着は良好であったと考えられる。

4.2 疲労試験

(1) 疲労耐力

第1段階の疲労試験($S_{max}=21.25/75=0.28$, $S_{min}=3/75=0.04$; 静的耐力に対する荷重の比)において、 $N_1=200$ 万回(600万回/3点)の繰返し載荷試験を行ったが、床版のたわみおよびコンクリートのひずみにはほとんど変化がなかったことを確認して第1段階の疲労試験を終了した。次に、上限荷重を上げた第2段階の疲労試験($S_{max}=37.5/75=0.5$)を行った結果、平均繰返し回数 $N_2=81$ 万回(243.6万回/3点)にて押抜きせん断破壊した。これらについて、既往の実験結果²⁾のS-N曲線(1)式を適用すると、第1段階の疲労繰返し回数は71億回となり、試験値の200万回は疲労損傷には影響していないと考えられる。次に第2段階の荷重について(1)式を適用すると、112万回となる。この値は試験値の81万回と比較すると、多少早めであるが破壊が欠陥部から生じたことを考慮すると、ほぼ同程度であると考えられる。したがって、疲労に対してもある程度鋼板補強の効果が期待できると考えられた。

$$\log N_2 = 14 \left(\frac{0.85 - S_{max}}{0.85 - S_{min}} \right) \quad \text{--- (1)} \quad \begin{array}{ll} S_{max}=0.28 \text{ のとき} & N_1=71 \text{ 億回} \\ S_{max}=0.50 \text{ のとき} & N_2=112 \text{ 万回} \end{array}$$

(2) 破壊状況

第2段階の疲労試験(繰返し: 0.5Pur=37.5tf)において、載荷点(3)に移り載荷を開始すると、漏水は多くなり、1時間あたりの漏水量は113m ℓ であった。 $N_2=36.5$ 万回時では、ポンピング(水の吹き上げ)箇所他に微細な気泡(0.5mm程度)が間欠的に出ている箇所(8ヶ所)が見られたが、しだいに連続的な気泡となった後、さらに気泡の径は3~5mmと大きくなった。この状態を過ぎると漏水が鋼板まで達していると考えられる。 $N_2=38.8$ 万回時では、固定側のハンチ部の鋼板はほとんど剥離し、載荷に伴い開閉していた。 $N_2=41.5$ 万回時では、ポンピング高さも全て5mm以上で、漏水量は1分あたり150m ℓ となった。この頃から、上面コンクリートの損傷も激しくなっていた。

$N_2=43.6$ 万回時、ポンピング高さは5~6cmに、気泡も直径2~3cmに達し、水張りの水位が保てないほどの漏水状態となった。その後、載荷点(3)付近まで鋼板の剥離が生じた時点で、アンカーボルトの抜け出したと思われる音と共に押抜きせん断破壊を生じた。鋼板の剥離は図-5に示すように鋼板端部から生じた。

また、破壊に至るまでのすり減り粉末は、0.074mm以下が減って、粗い粉末が増加した。このように、床版の損傷が進行するにつれて、すり減り粉末は粒子の粗いシルト分に変化していくことが確認された。

5. まとめ

中程度の損傷をした床版の試験を行った結果、鋼板無し床版の破壊状況は、主鉄筋の抜け出し後に配力鉄筋の降伏であり、鋼板有り床版では鋼板の剥離にともなう押抜きせん断破壊であった。また、本床版は補強により静的耐力が1.8倍に増加することが確認され、疲労に対しても補強の効果を確認できた。しかし、漏水が生じた場合の破壊状況は、比較的短時間で急速に進行するという特性があることがわかった。したがって、防水工等の施工によって、鋼板補強をより耐久的な補強とすることが可能であると考えられる。

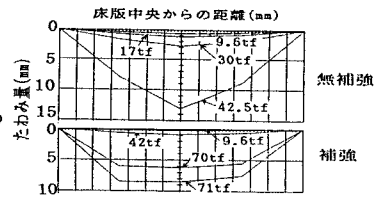


図-4 たわみ分布図

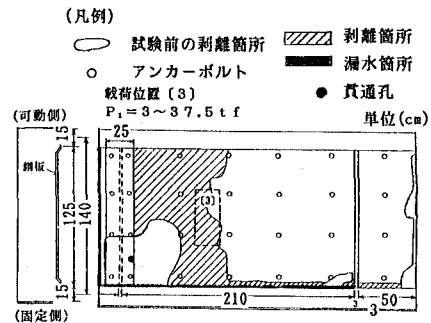


図-5 鋼板の剥離状況(疲労試験後)

(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) 角田・藤田: RCスラブの疲労押抜きせん断強度に関する基礎的研究, 土木学会論文報告集, 第317号, 1982年1月