

阪神高速道路公団 正員 ○本村春一
 阪神高速道路公団 正員 今井宏典
 大阪市立大学 正員 園田恵一郎

1 さえがき

損傷あるいは断面不足しているR/C床版の補強工法の1つとして鋼板接着工法が多く採用されている。鋼板接着工法の補強効果としては、①Eの曲げ強度が著しく向上する、②Uびわれにより低下したせん断強度及びねじりせん断強度を回復させる、等が期待されている。しかしながら、主桁上の負の曲げモーメントに対する効果は不明瞭にされていない。そこで、解析及び実験によって負曲げに関する安全性を検討した。

鋼板接着工法は弾性理論上、負曲げに対して補強効果がない。そこで他の何らかの補強が必要になる。しかしながら、床版の耐力の面から見れば鋼板接着補強による正曲げ強度の増大は耐力の増大になっているはずである。すなわち、鋼板接着は負曲げ強度の向上には寄与しないが、負曲げによるUびわれの発生は剛性の低下をもたらす。その結果、負曲げモーメントは減少する。現行の設計法は許容応力度法であるが、許容応力の範囲であっても曲げUびわれが発生するので、このような再配分を考慮することが許容されるであろう。

2. Uびわれ発生によるモーメント再配分理論と考察

床版支間2.850mのラ主桁構造の床版をモデルに検討する。解析に当っては問題を単純化するために主桁で支えられた床版の連続ばりに置換する。支点におけるUびわれ発生モーメント $M_c = 3.10 \text{ t}\cdot\text{m}$ (0.54 μ), 鉄筋許容応力度時における抵抗モーメント $M_a = 4.23 \text{ t}\cdot\text{m}$, 設計相当荷重時モーメント $M_0 = 4.33 \text{ t}\cdot\text{m}$, なお、Uびわれ発生前、発生後の剛性及び曲率、並びに、曲げモーメント—曲率の関係を図-1に示す。許容応力下であっても発生したUびわれにより支点上の剛性は1/3に低下したことになる。

連続桁としての計算結果より支点付近でUびわれ発生モーメント $M_c = 3.10 \text{ t}\cdot\text{m}$ を越える領域を示すと図-2のようになる。しかし、Uびわれが発生すると曲げ剛性が1/3に低下し、その結果モーメントの再配分が起り M_c を越える領域も変わる。すなわち、 M_c を越えるUびわれ発生領域を決定するには、最初に等断面ばりの結果より M_c を越える領域を仮定し、この領域の剛性を1/3にした変断面ばりの計算を行ない、再度 M_c を越える領域を修正し、同様な計算を繰返し、収束値を見出す必要がある。7回の繰返し計算で収束値 $M_c = 3.68 \text{ t}\cdot\text{m}$ が得られており、このときの曲げモーメントは初期値の85%に低下している。すなわち、支点上の負の曲げモーメントは15%の再配分が起り、と解釈できる。

次に、再配分効果を連続ばりの実験により確認する。

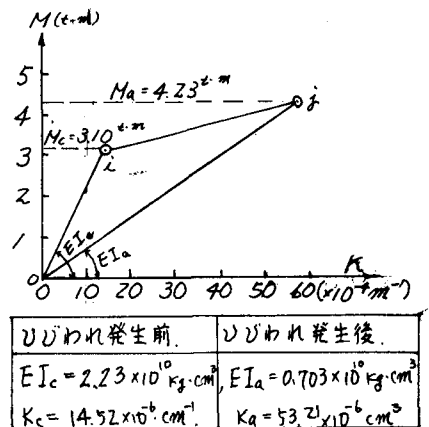


図-1. 曲げモーメント—曲率関係

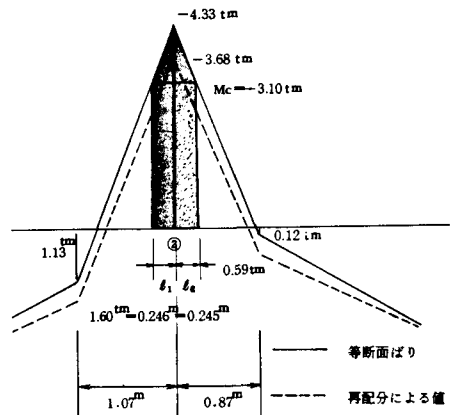


図-2. Uびわれ領域とモーメントの再配分

3. 実験

供試体は図-3で示すように床版を主筋上で支えられ、2径間連続ばりにモデル化し、荷重はスパン中央点で静的、及び繰返し載荷試験を行う。試験ケースは表-1に示すとおりで、設計相当荷重は $P=4.47$ である。

4. 実験結果

実験によって得られた結果をまとめると次のとおりである。

- ① 支点部のひびわれは設計相当荷重の約45%程度で発生し、支点部の剛性が低下する。
- ② 設計相当荷重での支点部のモーメント再配分率は、無補強のもの(S-1)で2~3%、鋼板補強のもの(S-2)で約15%である。
- ③ 支点部のモーメントの再配分率は、繰返し荷重を受けるとさらに増大し、設計相当荷重の繰返し荷重を10万回反すると、無補強のもの(F-1)でも15%程度となり、補強のもの(F-2)では約25%まで増大する。(図-4 参照) 10万回を越えると転分率にばりつきが発生した。
- ④ 中間支点部のひびわれ幅は、設計相当荷重の静的載荷で無補強のものは0.1mm程度、補強のものは0.1~0.15mmであった。100万回繰返し後では両者とも0.25mmで残留時は無補強が0.2mm補強されたものが約0.15mmであった。
- ⑤ 崩壊機構をみると、無補強のものは支点部及び載荷部に曲げヒンジが発生する曲げ崩壊で最終強度は10t、補強のものは支点部に初期ひびわれが発生するが終局的には支間の折り曲げ筋付近で鋼板の端部から発生するせん断による崩壊であった最終強度は18tであった。したがって床版の耐力は補強することによって1.8倍と付った。(図-5 参照)

- ⑥ 補強ばりでは、崩壊荷重に致るまで正曲げによるひびわれの発生はなかった。

5. まとめ

以上のように鋼板接着工法により補強された床版は、弾性理論上は支点部の補強効果は無いことにはるが、解析、及び実験によって、負曲げモーメントは再配分されて低減することが確認された。また、床版全体の耐力も1.8倍向上することも確認された。

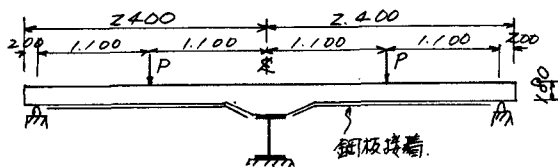


図-3. 供試体(2径間連続ばり)

表-1. 試験ケース.

ケース	供試体名	補強タイプ	荷重	
			試験方法	載荷方法
1	S-1	無補強	静的載荷	漸増荷重
2	S-2	補強鋼板接着	静的載荷	漸増荷重
3	F-1	無補強	繰返し載荷	設計荷重 + 割増荷重
4	F-2	補強鋼板接着	繰返し載荷	設計荷重 + 割増荷重

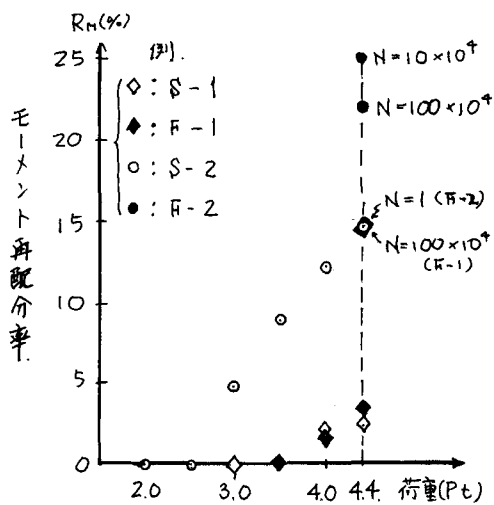


図-4. 繰返し荷重とモーメント再配分率

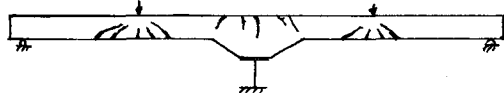


図-5(a) 無補強供試体の崩壊(3塑性ヒンジ)



図-5(b) 補強供試体の崩壊(せん断)