

[118] 各種材料を用いた増厚補強床版の載荷試験

正会員 遠藤 武平 (日本道路公団試験所)

正会員 藤田 信一 (日本道路公団試験所)

正会員 角 昌隆 (日本道路公団試験所)

1. まえがき

道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷対策は道路管理上の重要課題となっている。この損傷対策として現在、縦桁増設工法、鋼板接着工法等の補強工法が行われている。一方最近の床版破損機構の研究により床版増厚工法は床版補強工法として有効と思われる。そこで当試験所では、増厚工法で問題となる増厚コンクリートと既設床版の打継目の付着力についての室内試験を行い、打継目処理方法としてはチップングが最良の処理方法である結果を得た。今回の試験は、床版増厚工法を確立するため、線形変更により廃橋となった名神下今須橋を利用して、各種の増厚構造及び使用材料を用いた床版増厚工法を行い、

表-1 床版増厚工法一覧表

増厚前後に現地載荷試験を行うと共に、その後床版を切り出し上面増厚を行った4供試体の疲労試験を行い比較検討したものである。

2. 試験方法

2-1. 現地載荷試験

下今須橋は、床版厚17cm、主鉄筋 ϕ 16(10cmピッチ)の単純合成鉄桁橋である。床版増厚の施工は、橋面を8ブロックに分割し、表-1のごとく増厚構造及び使用材料の組合せを変えた8種類の工法で行った。使用したコンクリートの配合等を表-2に示す。現地載荷試験は、床版増厚施工前、上面増厚コンクリート打設12日後(下面モルタル吹付5日後)及び施工約6ヶ月経過した時の計3回行った。載荷方法は、コンクリートブロックを積載したトラックを荷重とし、車輪が直接床版に載荷しないようにした上で、車輪と載荷板の間にジャッキを入れて床版に所定の荷重を与えた。測定項目はダイヤルゲージによる床版たわみとひずみゲージによる鉄筋ひずみとした。

ブロック	増厚工法		構造図
	上面	下面	
1	—	スチールファイバーモルタル吹付	
1'	—	溶接金網 + スチールファイバーモルタル吹付	
2	鉄筋 + プレーンコンクリート	—	
3	膨張スチールファイバーコンクリート	—	
4	鉄筋 + 膨張コンクリート	スチールファイバーモルタル吹付	
4'	鉄筋 + 膨張コンクリート	溶接金網 + スチールファイバーモルタル吹付	
5	鉄筋 + 膨張コンクリート	—	
6	スチールファイバーコンクリート	—	

表-2 コンクリート配合及びモルタル配合

m³当り

コンクリート種別	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	セメント (kg)	水 (kg)	細骨材 (kg)	粗骨材 (kg)	ファイバー (kg)	膨張材 (kg)	混和剤 (kg)	単位体積重量 (t/m ³)	圧縮強度 (kg/cm ²)	使用ブロック	
旧床版	39.4	33.6	340	134	637	1,261	—	—	不明	2.35	43.9	—	
上面増厚	プレーンコンクリート	54.0	39.0	348	188	671	1,080	—	0.87	2.23	39.6	2	
	膨張スチールファイバーコンクリート	52.8	65.0	360	211	1,037	573	100	4.0	2.25	43.5	3	
	膨張コンクリート	50.0	37.5	358	199	624	1,001	—	4.0	0.99	2.25	41.1	4,4'5
	スチールファイバーコンクリート	56.0	66.0	371	208	1,073	565	100	—	4.45	2.27	45.3	6
下面増厚	吹付スチールファイバーモルタル	55.0	—	490	270	1,470	—	80	急結剤 2.45	3.90	2.03	36.7	1,1'4,4'

2-2. 疲労試験

表-3 疲労試験のフロー

試験番号	試験名	載荷内容	
		最大荷重	繰返し回数
I	静載荷試験	5 ton	—
II	疲労試験(1)	7 ton	各点2万回
III	疲労試験(2)	10 ton	各点2万回
IV	疲労試験(3)	20 ton	各点2万回

疲労試験は上面増厚を施工した4供試体について行った。載荷方法は、図-1に示すように供試体を2辺単純支持し、移動繰返し載荷を行った。試験のフローを表-3に示すように、各荷重段階で各2万回の載荷を行った。測定項目は、ひずみゲージによるコンクリート上縁ひずみ、鉄筋ひずみ及びダイヤルゲージによるたわみとした。

3. 試験結果及び考察

3-1. 現地載荷試験

増厚前の載荷試験によるたわみ及びひずみ値は各ブロックによって差が生じたので、各工法の比較を行うには増厚前と増厚後の測定値の変化率によって行う。また補強効果の計算値は、増厚前後の各ブロックの断面剛度及び断面係数の変化率とした。載荷試験で得られた変化率と計算で求めた変化率の関係を図-2, 3に示す。

(1) たわみ

下面増厚の1, 1'ブロックの増厚直後のたわみ率は、50%~60%(計算値30%)であり十分な補強効果は現われていない。また増厚6ヶ月後では、1ブロック51%, 1'ブロック30%となり、1'ブロックは増厚効果が現われているようだが1ブロックは現われていない。このことは下面からのモルタル吹付であるため、打継目処理として接着剤塗布だけでは既設床版と増厚モルタルとの一体性が十分得られないためである。

上面増厚ブロックの増厚直後のたわみ率は、鉄筋コンクリート25~30%, ファイバーコンクリート46~48%となり鉄筋コンクリートの場合が初期における補強効果は大である。しかし増厚6ヶ月後には、全ブロックとも期待どおりの補強効果が現われてきている。上下面増厚ブロックは増厚直後のたわみ率20%, 6ヶ月後は15%と計算値とほぼ同じ率であった。

(2) ひずみ

下面増厚の1ブロックにおいては、増厚直後のひずみ率47%(計算値15%)であり、また荷重とひずみの直線性も認められなかった。増厚6ヶ月後には荷重とひずみの直線性は認められたが、ひずみ率は24%であり計算値より補強効果は小さかった。1'ブロックにおいても増厚直後は荷重とひずみの直線性は認められなかったが、ひずみ率においては、計算値とほぼ同じであった。下面増厚の場合、増厚直後の試験は吹付後5日であり吹付モルタルの強度が十分にでていなかったことによるものと考えられる。上面増厚の中で、2, 5ブロックは鉄筋コンクリートを使用し、5ブロックには膨張材を混入している。ひずみ率は2ブロックで36%, 5ブロックで21%となり、このひずみ率の差は膨張材使用の有無によるものと推察される。スチールファイバーを使用した3, 6ブロックにおいては、膨張材使用の

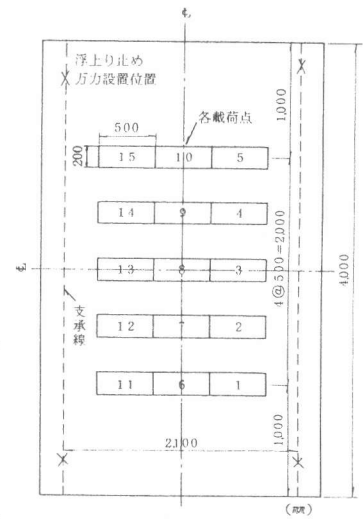


図-1 載荷位置図

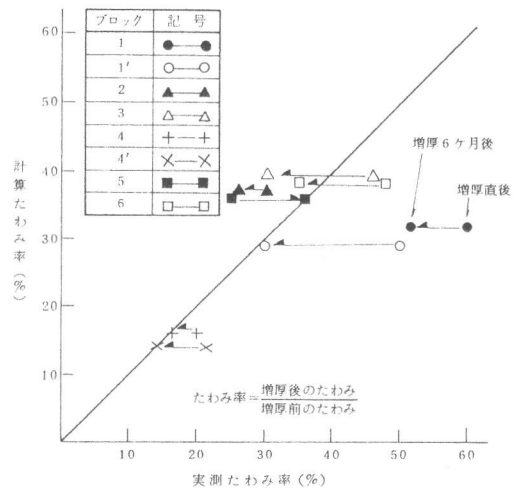


図-2 実測たわみ率と計算たわみ率の関係

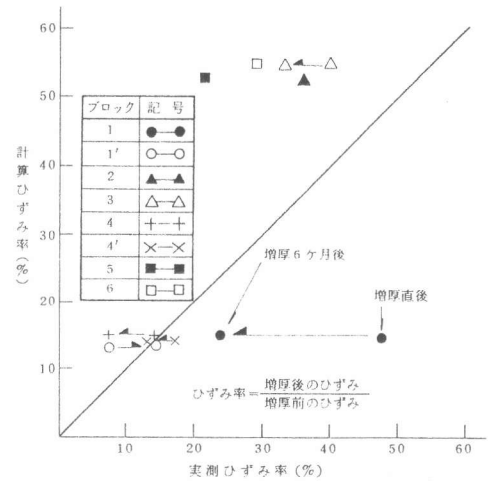


図-3 実測ひずみ率と計算ひずみ率の関係

ことによるものと考えられる。上面増厚の中で、2, 5ブロックは鉄筋コンクリートを使用し、5ブロックには膨張材を混入している。ひずみ率は2ブロックで36%, 5ブロックで21%となり、このひずみ率の差は膨張材使用の有無によるものと推察される。スチールファイバーを使用した3, 6ブロックにおいては、膨張材使用の

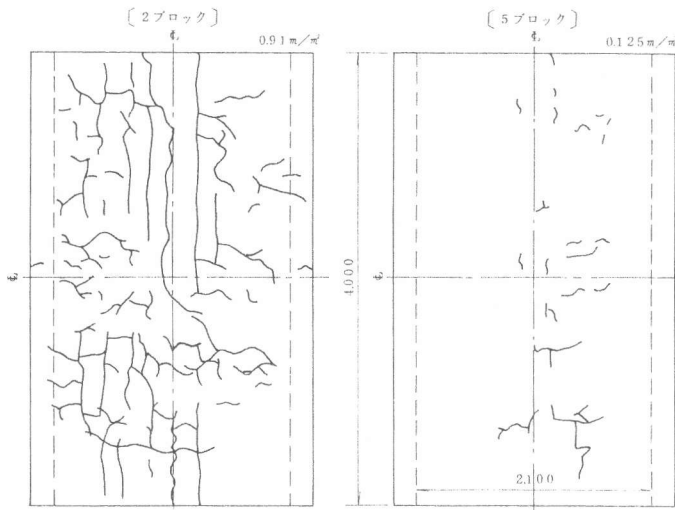


図-5 床版上面ひびわれ図(Ⅳ-36)

有無による差は認められなかった。上面増厚の実測ひずみ率を計算ひずみ率と比較すると全ブロックとも計算値以上の補強効果が現われている。上下面増厚ブロックのひずみ率は10%前後の値であり、計算値とはほぼ同じ値であった。

3-2. 疲労試験

(1) ひびわれ

床版上下面のひびわれ密度の経時変化を図-4に示す。下面ひびわれ密度は、各ブロックとも荷重が増加することによって増加している。上面ひびわれは、全供試体疲労試験Ⅲ(表-3参照)の最大荷重10tonで各点載荷中に発生したが、その後のひびわれ密度の増加は2ブロックが顕著である。試験終了時の床版上面ひびわれ図を図-5に示す。この結果より、床版上面増厚部のひびわれに対する抵抗性は膨張コンクリートを使用したものがプレーンコンクリートを使用したものより優れており、またスチールファイバーを混入したものが鉄筋を配置したものより優れていると言える。本試験では上面に引張応力が生じるような荷重は載荷していないこと、また乾燥収縮ひびわれを軽減する効果のある材料を用いたものにひびわれが少ないことなどから、このひびわれは乾燥収縮ひびわれであり、載荷前は残留応力として内部に蓄積されていた応力が載荷中に解放されひびわれとして現われたものと思われる。

(2) ひずみ

支間中央の荷重1ton当りの下側主鉄筋ひずみの経

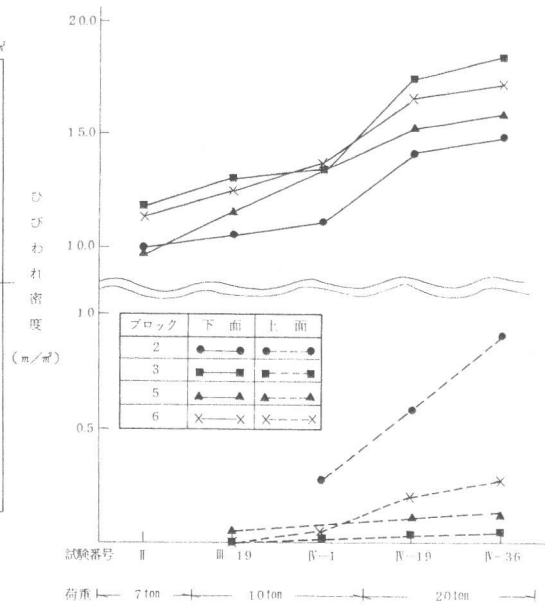


図-4 床版上下面ひびわれ密度

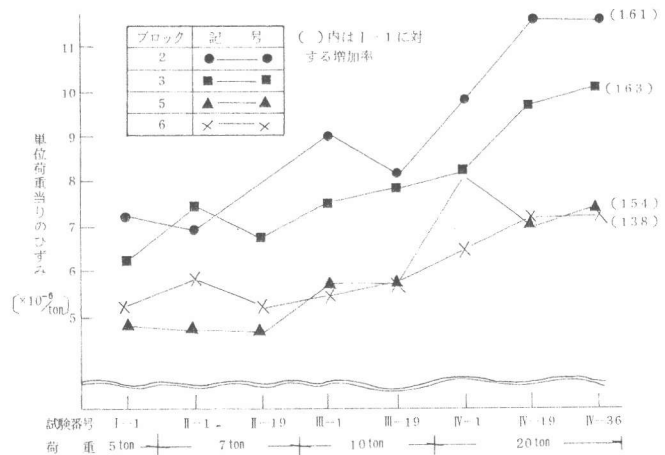


図-6 床版中央主鉄筋ひずみ

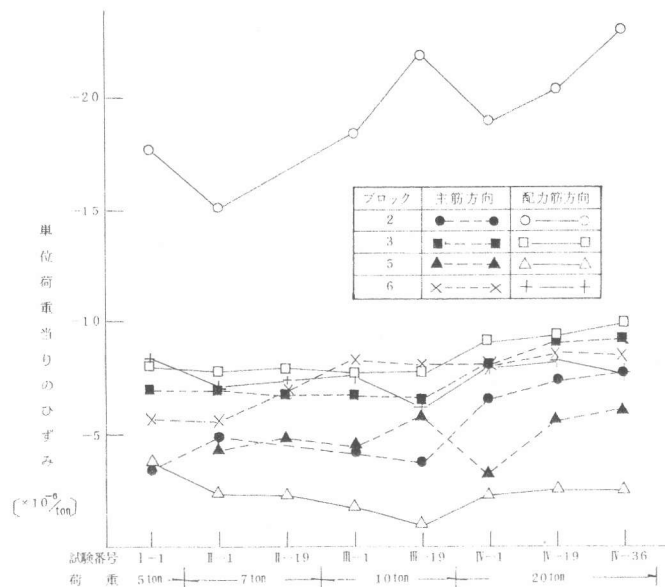


図-7 床版上面コンクリートひずみ

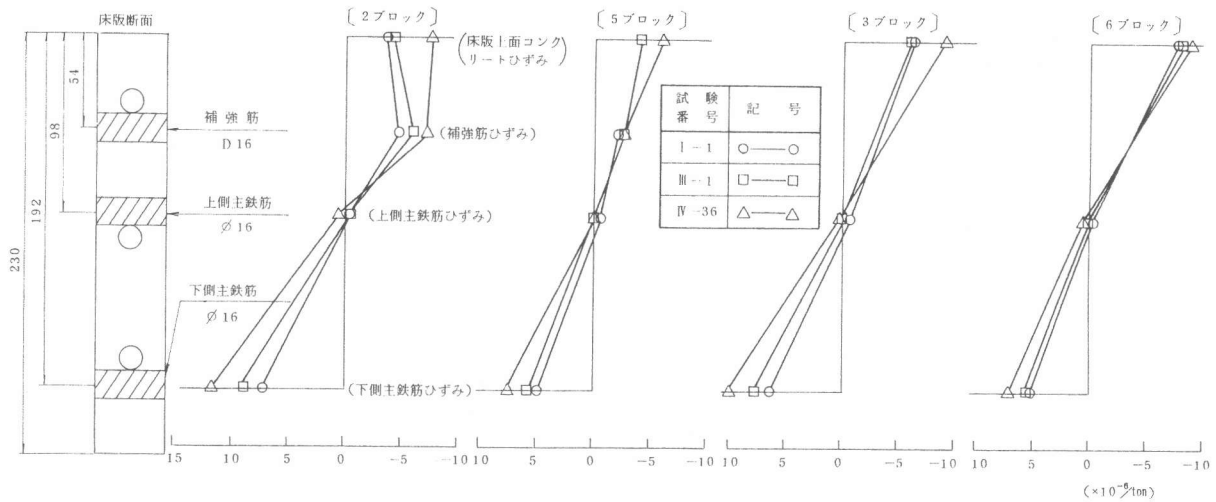


図-8 床版断面ひずみ分布

時変化を図-6に示す。疲労試験前と終了後の比は1.38~1.63となり、3, 2, 5, 6ブロックの順に繰返し載荷の影響が大きく現われたことになる。また図-7に荷重1ton当りのコンクリート上縁ひずみの経時変化を示す。2ブロックで配筋方向の値が主鉄筋方向の値に比較して非常に大きいのは、疲労試験中に配筋方向に大きなひびわれが発生したためと思われる。他のブロックは上面ひびわれの発生が少なく増厚工法としては良好と思われる。次に床版上面増厚工法において重要なポイントとなる既設

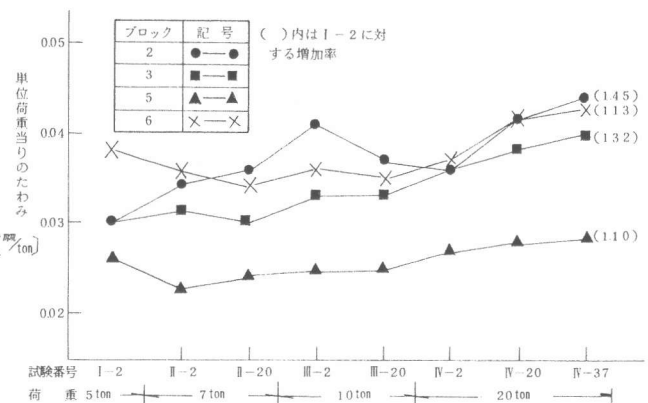


図-9 床版中央たわみ経時変化

床版と増厚コンクリートとの一体性について、床版断面のひずみ分布状態により考察する。図-8に荷重1ton当りの床版断面のひずみ分布図を示す。2ブロックの上面増厚部では鉄筋ひずみが大きめで、コンクリート上縁ひずみが小さくなっている。このことは前述したように上面ひびわれの影響と思われる、上面増厚部のコンクリートの応力分担が少なく増厚工法としては良好でないと言える。他のブロックは比較的直線分布状態であり、既設床版と増厚コンクリートの一体性が確認された。

(3) たわみ

図-9に床版中央載荷時の床版中央たわみの経時変化を示す。たわみの増加が一番大きいのは2ブロックであり、これは上面にひびわれが多数発生したことにより増厚の効果が減少したためと思われる。他の供試体のたわみから見た疲労影響は3, 6, 5ブロックの順に大きいと言える。これは主鉄筋ひずみの疲労影響と一致している。

4. まとめ

以上の結果をまとめると次のことが言える。まず現地載荷試験によって、床版下面増厚工法は増厚コンクリートと旧床版との一体性に問題があるので増厚工法としては適さない。上面増厚工法は、現地載荷試験においては全ブロック良好であったが、増厚部にブレンコンクリートを使用した場合は乾燥収縮による残留応力や微細なひびわれが存在し、繰返し載荷を受けると表面にひびわれが多数発生することにより、増厚コンクリートと既設床版との一体性を損うことがわかった。床版の上面増厚において重要なことは、増厚コンクリートと既設床版との一体性を確保することである。このためには増厚コンクリートにひびわれを発生させないようにしなければならない。このような点から、増厚に使用するコンクリートはひびわれ発生抑止効果のある膨張コンクリートやスチールファイバーコンクリートを使用することが望ましいと言える。