

I-280

補強鉄筋を配置した床版上面増厚の
試験施工について日本道路公団 東京第一管理局
舗 建設技術研究所大谷祥三 正会員 国原博司
正会員 石塚喬康

七崎洋悦

1. はじめに

日本道路公団が管理する橋梁構造物のうち、東名高速道路ではひび割れ損傷の著しい鋼橋RC床版の補強として、最終破壊形態である押抜きせん断耐力の向上を目的とした鋼繊維補強超速硬コンクリートによる床版上面増厚を昭和63年から実施しており大きな補強効果を得ている。

今回、車輛の重量制限緩和による新活荷重導入に伴う橋梁本体の補強対策の一つとして主に連続RC中空床版橋の支点上の負の曲げモーメントに対する補強を目的とした、補強鉄筋を配置した上面増厚（図-1）の実橋への適用への可否について検討すべく試験施工を実施した。

以下に検討結果を記すこととする。

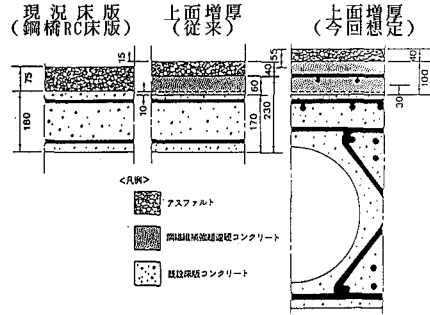


図-1 上面増厚工法施工断面図

2. 試験施工の目的及び概要

本試験の目的は、従来の床版上面増厚工法に比べ、増厚量の増や補強鉄筋の配置が、施工性及び力学的性状に与える影響を明確にし、併せてそれらの問題点への対応方法について検討することである。試験施工の目的について整理すると以下のようになる。

(1) 機械化施工（フィニッシャー）による施工性の確認

- 施工条件
- 増厚量（6cm・10cm）
 - 施工速度（30・50cm/min）
 - 締固振動数（60・50・40Hz）
 - 細骨材率（56.9・53.9・50.9%）
- 評価項目
- 一体化確認（直接引張試験）
 - 目視外観調査（切取供試体）

(2) 破壊耐力の向上と疲労環境下における耐力の維持の確認（静的及び動的載荷試験）

- 試験条件
- 正曲げ及び負曲げ
 - 一体化梁と重ね梁（静的載荷試験）（*1）
 - モデル床版と実橋床版（*2）
 - 載荷荷重による相違（動的載荷試験）（*3）
 - 供試体の付着界面の一体化性状
- 評価項目
- 曲げ破壊荷重の確認
 - 繰返載荷による鉄筋応力の変化

*1 重ね梁供試体については、付着面にグリスを塗布し、付着を切った。

*2 実橋床版は、御殿場（管）内の田中橋（鋼板桁）のRC床版（ひび割れ密度約10mm/m²）

*3 引張無視のRC断面で1400kg/cm²（計算上：上限値）と実鉄筋応力で1000～1200kg/cm²（上限値：応力振幅で800～1000kg/cm²）の2種類

*以上を踏まえ試験施工は、桑野中井IC内のヤードで行った。

3. 施工性に関する検討結果（表-1）

① コンクリートフィニッシャーの締固め振動数60Hz

の場合に安定した付着強度が確保できる。振動数50Hz、40Hzの場合付着強度の変動係数が増加するほか、一部の施工区間において新旧コンクリートが全く分離した重ね梁構造となっていた。

② 補強鉄筋を配置した場合でも、鋼繊維補強超速硬コンクリートは鉄筋の周辺に十分に充填されていた。また、鉄筋量の多少にかかわらず、ほぼ一定の付着強度が確認された。

③ 施工速度30cm/minと50cm/minでは付着・一体化

- ・充填性に対して影響はない。

表-1 外観観察及び直接引張試験結果

フィニッシャー 速度 cm/min	振動数 Hz	細骨材 率 %	鉄筋 有無	付着 状況	ボイド	充填 性	SF 分散	引張試験 結果 kg/cm ²	変動 係数 %
30	60	56.9	無	○	○	○	○	9.43	8.40
〃	〃	〃	有	×	○	○	○	11.1	33.0
〃	50	〃	有	×	○	○	○	8.54	39.3
〃	40	〃	有	×	○	○	○	12.1	5.40
〃	〃	53.9	有	×	○	○	○	10.1	19.8
〃	〃	〃	有	○	○	○	○	14.9	11.7
〃	〃	50.9	有	○	○	○	○	17.5	12.2
50	60	56.9	有	○	○	○	○	15.4	8.84
〃	〃	〃	有	○	○	○	○		
〃	50	〃	有	○	○	○	○		
〃	60	53.9	有	○	○	○	○		

4. 静的載荷試験結果（表-2）

- ① 理論どおりの補強効果が期待できる。
- ② 主筋の降伏応力時付近まで付着一体性が確保されており、一体化の性能は保障できる。
- ③ 疲労損傷が進行している実橋床版でも付着一体化し、その効果はほぼ理論値の性能が期待できる。
- ④ 重ね梁供試体については、正・負曲げとも旧床版が鉄筋降伏後にコンクリートが圧壊したのに対し増厚コンクリート部は圧壊には至らなかった。また、最大載荷荷重で比較すると無補強供試体の約1.5倍の補強効果が得られるのに対し、付着一体化した増厚補強供試体に対しては約0.55倍となり付着切れした場合は、補強効果は大幅に低下する。

表-2 静的載荷試験結果一覧表

床版種別	補強有無	載荷方法	補強鉄筋	最大載荷荷重 (tf)	付着切れ発生荷重 (tf)	理論曲げ破壊荷重 (tf)	破壊モード
モデル床版	無補強	正曲げ	D16	14.0	—	12.3	曲げ破壊
〃	増厚補強	負曲げ	D16	38.1	31.0	31.9	曲げ破壊
実橋床版	無補強	正曲げ	D16	15.4	—	12.5	曲げ破壊
〃	増厚補強	負曲げ	D16	37.9	27.0	31.9	曲げ破壊
〃	〃	正曲げ	D16	38.5	26.0	30.5	曲げ破壊
モデル床版	重ね梁	正曲げ	D16	20.9	—	15.4	曲げ破壊
〃	〃	負曲げ	D16	21.1	—	16.8	曲げ破壊

5. 動的載荷試験結果（表-3）

- （1）設計荷重を上限とした場合（No.1, 2）

表-3 動的載荷試験結果一覧表

床版種別	載荷方法	Pa (tf)	動的載荷試験の設定条件					動的載荷試験後静的載荷		備考
			上限荷重 (tf)	下限荷重 (tf)	繰返し回数	上限荷重時の鉄筋応力度 上段：設定時 下段：疲労時 Kg f / c m ²	下限荷重時の鉄筋応力度 上段：設定時 下段：疲労時 Kg f / c m ²	最大載荷荷重 (tf)	理論曲げ破壊荷重 (tf)	破壊モード
① モデル床版	正曲げ (D16)	7.5	7.5	2.0	1百万	473	170	—	—	—
						764	210			
② 〃	〃	7.5	10.0	2.0	1百万	1138	174	37.7	31.0	曲げ破壊
						1163	200			静的載荷で2.0 Paまで載荷後疲労試験
③ 〃	負曲げ (D16)	7.0	7.0	2.0	1百万	149	48	—	—	—
						168	50			
④ 〃	〃	7.0	13.0	2.0	1百万	929	71	38.6	30.5	曲げ破壊
						1275	77			静的載荷で3.0 Paまで載荷後疲労試験
⑤ 実橋床版	正曲げ (D16)	7.5	8.0	2.0	2百万	1072	83	37.8	31.9	曲げ破壊
						1085	92			静的載荷で2.0 Paまで載荷後疲労試験
⑥ 〃	負曲げ (D16)	7.0	14.0	2.0	2百万	806	67	32.9	30.5	曲げ破壊
						1052	67			静的載荷で3.0 Paまで載荷後疲労試験

1) Paとは、引張無縁のRC断面として算出した設計荷重であり、今回の載荷試験では引張鉄筋応力が1400Kg/cm²に達する荷重をもって設計荷重とした。

以上のように鋼繊維補強コンクリートに乾燥収縮や温度応力によるひび割れが生じない状態で使用された場合には、増厚コンクリートの引張抵抗も有利に働くものと推察される。

- （2）供用荷重下での載荷試験結果（実応力で鉄筋応力 800~1000kg/cm²）

- ① 正曲げ供試体では、モデル床版、実橋床版共初期載荷時の鉄筋応力と繰返し載荷後でほとんど変化がみられず界面の付着も正常であった。繰返し載荷後の破壊最大荷重についても、繰返し載荷しない静的載荷試験の結果とほぼ同じ値であった。
- ② 負曲げ供試体では、初期載荷時の鉄筋応力は載荷に伴い増加する傾向にあるが付着一体性については正常であった。破壊時最大荷重についても静的載荷試験とほぼ同じ値であった。
- 以上のように通常考えられる活荷重により発生する最大応力の繰返し作用時でも一体性は保持しており補強効果も十分持続することが確認された。

6. まとめ

本増厚工法は、既設コンクリート床版と増厚コンクリート、すなわち新旧コンクリートの一体化を如何にして達成し、活荷重に抵抗させるかという事が重要な要素であり、新旧コンクリートの一体化に対しては新コンクリートの締め固め程度が支配的な影響を及ぼすことが明らかになっている。

今回の試験施工により、従来の上面増厚工法に対し補強鉄筋を配置し、増厚厚さが増大することによる新コンクリートの施工性に関しては問題が無いことを確認出来たとともに、付着一体化するための最適施工条件が設定できた。さらに部材の断面補強に伴う抵抗力の増加・疲労環境下における一体性の保持及び補強効果の持続も確認し、実橋に対する実用性も十分であると判断できるだけの結果が得られた。なお、今回の試験は1施工機械によるものであるが、他の機械においては施工前に確認する必要がある。