

## (VI-19) 合成鋼桁橋における既設床版上面増厚補強に対する設計上の補強効果と実応力測定結果に関する報告及び考察

富士技研センター株式会社 正会員 ○岸 修  
 富士技研センター株式会社 正会員 古屋 美伸  
 富士技研センター株式会社 正会員 西山 均

### 1. 概要

橋梁における床版は、車両の輪荷重を直接受けるため、その損傷及び劣化の発生頻度は他部材に比べ伸縮継手とともに高い。大型化する車両交通（B活荷重）に対応すべく、耐荷力不足と判定された既設床版への上面増厚補強工法の適用により、どの程度の補強効果が期待でき、反対に床版増厚による死荷重増加により既設主桁への影響がどの程度生じるか、設計応力と実応力測定値を比較し、その妥当性を評価する。

設計上のみで既設主桁の応力照査を実施した場合、当然ではあるが設計活荷重及び死荷重の増加に伴い、鋼材発生応力は許容値を超過するが多い。この場合にすぐ主桁補強の実施は、コスト縮減が要求される社会情勢の中で必ずしも得策とは言えない。そこで、実際に現況における主桁発生応力を実測し、設計との相関性を明らかにするとともに、供用期間中における将来発生応力を統計的手法により予測し、主桁耐荷力並びに補強工法の妥当性の評価を実施した。

### 2. 設計上における床版及び主桁発生応力

設計当初のTL-20をB活荷重により照査した場合、床版及び主桁に発生する応力度は、表1及び表2に示すように、床組作用と主桁作用の合成作用時において、コンクリート応力度が許容値に対して約30%超過し、主桁応力も同様に約11%の超過となっている。

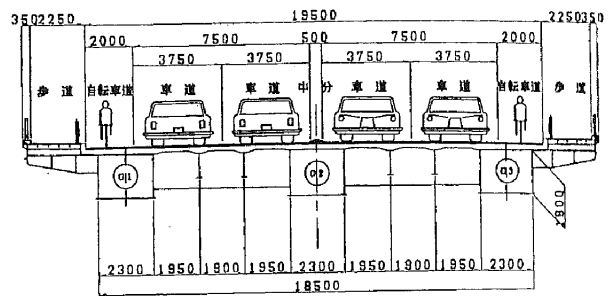


図1 橋梁標準断面図

表1 床版発生応力度（B活荷重載荷時）

床版	支間部	腹板上	配力筋
床組作用 コンクリート応力度 $\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	56 (83)	69 (83)	81 (83)
鉄筋応力度 $\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	1055 (1400)	1286 (1400)	1215 (1400)
主桁作用 $\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	---	---	70 (83)
合成作用 $\sigma_c(\text{kg/cm}^2)$	---	---	116 (116)

注1. ( )内は許容値を示す。

2. コンクリートの圧縮応力度の許容値は  
コンクリート強度試験を基に設定。

表2 主桁鋼材応力度（B活荷重載荷時）

主桁	G1	G2
上縁 $\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	-2431(2600)	-2484(2600)
超過率 $\sigma_s/\sigma_a$	-----	-----
材質	SM570	SM570
下縁 $\sigma_s(\text{kg/cm}^2)$	2649(2600)	2876(2600)
超過率 $\sigma_s/\sigma_a$	102	111
材質	SM570	SM570

注. ( )内は許容値を示す。

### 3. 補強断面の決定

上面増厚方法の基本概念は、既設床版の上に増しコンクリートを打設し床版の耐力向上を図る工法である。

1. B活荷重対応 2. 床版上面増厚補強 3. 補強効果 4. 実応力測定 5. 応力将来予測  
 〒150-0011 東京都渋谷区東1-22-11 渋谷三信ビル6階 富士技研センター株式会社  
 TEL 03-3409-7058 FAX 03-3409-7105

従って、コンクリートの増厚量が厚ければ床版の耐力は向上する。反対に増厚に伴う死荷重増加により、既設主桁への負担は大きくなる。図2は当該橋における床版コンクリート及び主桁下フランジに着目した設計応力と増厚量との関係を示したものである。

主桁補強を実施しない場合には、現況で約11%の応力超過となっているが、床版補強における増厚に伴う死荷重増加により、更なる超過率は大きくなり、60mmの増厚で約18%になることがわかる。

しかしながら、設計上と実発生応力には、①活荷重載荷状態の相違、②床版と主桁との合成効果、③荷重の分配効果…等必ずしも一致せず、一般に設計応力に対し実応力度の方が10～30%程度低レベルである。そこで本設計においては、既設部材の許容値に対する設計上の応力超過として、主桁鋼材の引張応力で約20%、床版コンクリートの圧縮応力で約10%を目安に図2に示すように上面増厚量を4.0mmとした。

#### 4. 補強後における実発生応力（測定応力）とその評価・考察

補強後における実発生応力の評価は、実応力測定状況に近いレーン載荷による設計上の発生応力との比較するとともに、短時間における実測データ波形を応力振幅として度数分布化し、その統計値を基に供用期間50年における最大発生応力を対数正規分布による次式により推定した。

表3は床版増厚後における主桁発生応力を①B活荷重全載荷時、②レーン載荷時（1車道幅員に対して2.75mの車両載荷状態）、③実測値及び④実測データを基に推定した供用期間中に発生する最大発生応力度をまとめたものである。

表3を基に既設主桁補強の必要性について考えると、設計におけるB活荷重全載荷状態は、当該橋の幅員構成からして発生する確率はほとんどなく、レーン載荷状態を設計上の最大発生応力として評価して問題はないものと判断できる。その安全性の照査として実施した実応力測定によると、実測期間中における最大発生応力は許容値に納まるほか、供用期間（50年を想定）中における最大発生応力度においても現況のまま、主桁を補強しなくとも、安全であるという結果が得られた。

#### 5. おわりに

以上、設計上の発生応力と実発生応力から一床版補強工法の有効性と補強の有無の判断手法について検討考察したものであるが、本報告が、コスト縮減が求められる社会情勢の中で如何に有効的に構造物を補強すべきかまた、補強を見送るべきかの判断材料としての一資料となれば幸いである。

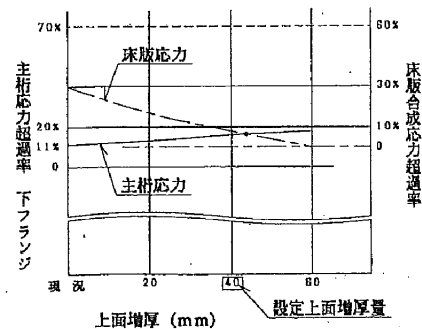


図2 コンクリート増厚—発生応力関係図

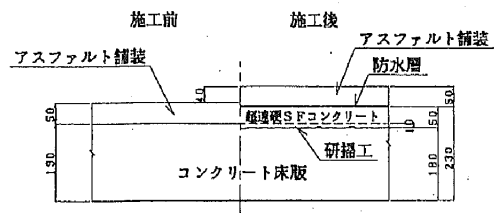


図3 床版補強（増厚）断面

＜供用期間内における最大発生応力の推定式＞

$$v d = \exp\{\lambda + \phi^{-1}(1-p) \cdot \xi\}$$

ここに、 $v d$ ：供用期間内における最大発生応力。

$p$ ：供用期間中における超過確率

$\lambda$ ：平均値

$\xi$ ：変動係数

$\phi$ ：標準正規分布の分布関数

表3 発生最大応力度集計表

	設計値		実測値	
	B活全 載荷	レーン 載荷	実測期 間中	供用期 間中
死荷重 応力度	1812	1812	1812	1812
活荷重 応力度	1194	855	135	935
合計 (超過率)	3006 (1.16)	2667 (1.03)	1947 (0.75)	2747 (0.70)
許容値	2600	2600	2600	3900

注) 供用期間中の許容値は50年に数回の確率のため異常時として1.5倍の割増を考慮。