

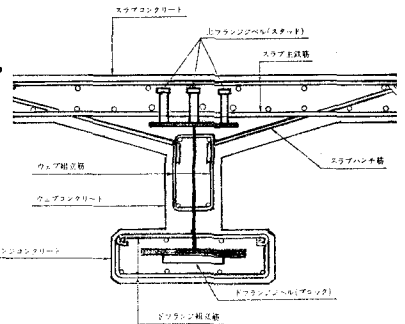
1. まえがき

国鉄においては東北新幹線東京-盛岡間のうち久喜-石橋間に総合試験線を設けて高速走行に伴う騒音、振動、構造物特性等の各種試験を実施する予定であるが、その中の茨城県統合地区に最近道路橋で使用されてきているプレビーム合成けた(支間14.1m, 複線4主けた, 2連)を設計施工したので、その設計面からの問題点と施工について報告する。

2. 概要

プレビーム合成けたはPC鋼材を使用しないで引張側のコンクリートにプレストレスを導入した一種のプレストレスト合成けたである。すなわち、図-1に示すようにI形断面の鋼けたに曲げ変形を与えた状態で(プレフレクション)下フランジを包むようにコンクリートを打設し硬化した後プレフレクション荷重を除去して(リリース)、下フランジコンクリートに圧縮力を導入し、現場に架設した後上フランジコンクリートを打設して、鋼材とコンクリートを一体とした合成けたである。その特長は

- ① けたの剛性が大きいので、けた高制限を受ける場合に有利である。
- ② 活荷重による応力振幅が小さく、疲労に対する強度が高い。
- ③ PCけたに比べて製作、架設が容易である。
- ④ 鋼けたに比べて維持、管理費が削減される。
- ⑤ 鋼けたに比べて耐火性、耐食性が大である。
- ⑥ 鋼けたに比べて騒音、振動が低減される。



このようにプレビーム合成けたはPCけたと鋼けたとの利点を兼ね備えたけたで、特に鉄道橋に要求される低騒音、低振動、架設の容易さ、メンテナンスの削減は今後の鉄道橋としての可能性を充分に含んでいると思われる。

図-1 プレビーム合成けた断面

3. 設計の要点

表-1 各施工段階における抵抗断面と応力値

プレビーム合成けたは施工段階によって断面形状が変化するので各施工段階ごとの応力チェックの必要がある。表-1に今回設計したプレビーム合成けたの各施工段階における抵抗断面と応力値の関係を示す。

設計条件、許容応力度は次によった。

国鉄 建造物設計標準(鋼鉄道橋)

国鉄 建造物設計標準(合成鉄道橋)

国鉄 建造物設計標準(PC鉄道橋)

国鉄 全国新幹線設計標準

プレビーム合成けた橋設計施工指針(国土開発技術研究センター)

各部材の許容応力度を表-2に示す。

表-1に示す各施工段階ごとの応力値によると鋼けたの上フランジ断面はプレフレクシ

状 態	抵抗断面	発生時方向 鋼材の応力 コンクリートの応力	発生応力度 (kg/cm ²) 鋼けた コンクリート	載荷状態
(1) 鋼け完成	I			
(2) プレフレクション	I	σ_t	-2785 1740	P/A プレフレクション P P
(3) リリース	I	σ_t σ_c	2639 -999 -198	リリース
(4) プレビーム自重	I	σ_t σ_c	-136 51 10	
(5) 上フランジコンクリート打設	I	σ_t σ_c	52 -213 71	
(6) 上フランジコンクリート硬化	I	σ_t σ_c	-661 250 50	
(7) 合成けた完成	I	σ_t σ_c	-8 -28 98 20	後死荷重
(8) 活荷重	I	σ_t σ_c	7 370 -36 35	活荷重
(9) 合計	I	σ_t σ_c	-22 -56 354	
合計応力度			-24 -1346 1188 -14 (30)	

ン荷重で決まり、下フランジ断面は列車荷重による疲労で決まっている。また下フランジコンクリート応力は導入プレストレス/98 kg/cm^2 であるが、そのうち下フランジコンクリートのクリープにより74 kg/cm^2 のプレストレスが損失し、その他乾燥収縮、死荷重の載荷等により活荷重載荷時には、14 kg/cm^2 のプレストレスしか残らない事となる。このため活荷重載荷時には下フランジコンクリートに30 kg/cm^2 の引張応力が発生していることとなり、下フランジコンクリートを無視し断面で活荷重による応力度を算定することとなる。

4. 設計上の問題点

(イ)、コンクリートのクリープ対策

プレビーム合成けたにおいては鋼材のコンクリートに対する剛性比が大きく、コンクリートのクリープによる応力損失量が大きい、損失量を少なくする対策が必要である。クリープ損失を少なくする方法としては次のことが考えられる。(1)コンクリートの硬化が進んでリリースする。(2)床版コンクリート、2次死荷重を早期に載荷する。(3)鋼けたの剛性比を小さくする。

(ロ)、鋼けたの疲労対策

新幹線鉄道橋として用いるためには、疲労性状を調べておかなければならない。このため模型けたによる200万回繰返し試験を行い、現在の設計法により静的耐荷力、剛性、疲労強度に関して十分な安全性を有することを確認している。また、鋼材の下フランジに対してはジベル溶接による疲労試験の結果、その許容応力度は

$\sigma_{ca} = \frac{805}{1-0.75K} C_p \leq 2100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ となり、今回の設計では $\sigma_{ca} = 1276 \text{ kg}/\text{cm}^2$ となって、一般の合成けた下フランジに比べて約4割減少している。このため今後下フランジへの溶接ジベルに変わる構造の検討の必要があると思われる。

5. 施工

施工上の問題となるのはプレフレクションよりリリースまでの作業であり、作業状態を図-2に示す。一般にプレフレクションの荷重は鋼けたの変形量により与え荷重計の示度を参考に

して確認しているが、今回の施工にあたっては、鋼けたとプレフレクションロッドに添付したひずみゲージによる鋼材の応力とを合わせて管理した。

6. あとがき

現在架設済のプレビーム合成けたに対して、ひずみ、たわみ、けた伸縮量、コンクリート温度等を継続測定中であり、乾燥収縮、クリープ等による内部応力の時間的な転移を解析し、プレビーム合成けたの合理的設計法の確立に生かして行きたいと考えている。

参考文献 1) 菊池洋一 阿部英彦 渡辺 洸 プレフレックストビームけたの疲労実験 構設資料 No39
2) 神谷良陳 福代博志 プレビーム合成けたの設計と問題点 構設資料 No46

表-2 許容応力度

部 材	項 目	道 井	数 値	
鋼 材	許容圧縮応力	主荷重作用時	$\sigma_{ca} = 1700 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	
	プレフレクション直後	$\sigma_{ca} \leq 1.35 \sigma_{ck}$	$\sigma_{ca} \leq 2835 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	
S15SDY S15S3	許容引張応力	主荷重作用時	$\sigma_{ca} = 2100 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	
	プレフレクション直後	$\sigma_{ca} = 1.35 \sigma_{ck}$	$\sigma_{ca} = 2835 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	
下フランジ コンクリート $\sigma_{ck} = 450 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ $f_{ck} = 405 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	許容圧縮応力	リリース直後	$\sigma_{ca} = \frac{1}{1.7} \sigma_{ck}$	
		リリース直後 主荷重を除く主荷重	$\sigma_{ca} = 25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	
	許容引張応力	スラブフリー、乾燥収縮 主荷重+スラブフリー乾燥収縮	$\sigma_{ca} = 0$ $\sigma_{ca} = 3.1 \sigma_{ck}$	
	ヤング係数比	リリース直後より架設直後まで 架設直後	$\lambda_2 = 6.7$ $\lambda_2 = 5.6$	
	クリープ係数	架設直後よりクリープ係数 クリープ直後	$\phi_1 = 0.5$ $\phi_2 = 2.0$	
	乾燥収縮係数		$\epsilon_s = 20 \times 10^{-5}$	
	乾燥収縮係数	乾燥収縮係数	$\epsilon_s = 3.0$	
	スラブ コンクリート $\sigma_{ck} = 300 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	許容圧縮応力	主荷重 主荷重+スラブフリー乾燥収縮	$\sigma_{ca} = 84 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ $\sigma_{ca} = 84 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
		許容引張応力	主荷重+スラブフリー乾燥収縮	$\sigma_{ca} = 20 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
		クリープ係数		$\phi_2 = 2.0$
	乾燥収縮係数		$\epsilon_s = 20 \times 10^{-5}$	
	乾燥収縮係数	乾燥収縮係数	$\epsilon_s = 3.0$	

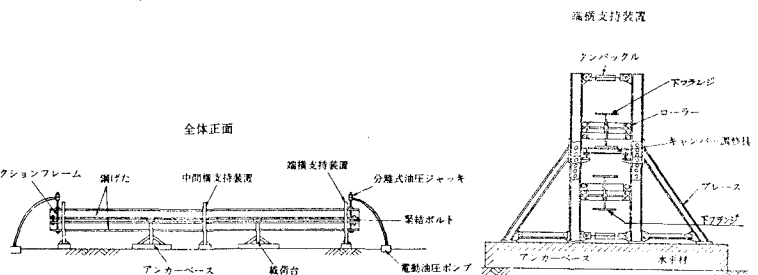


図-2 プレフレクションの作業状態