

I - A122 床版の耐久性を考慮したプレストレスト合成桁の耐荷力について

大阪大学大学院 学生員 東山 浩士

大阪大学大学院 学生員 太田 博士

大阪大学工学部 フェロー 松井 繁之

1. まえがき

道路橋示方書活荷重体系の改定に伴う既存橋梁の応力超過、交通量の増大、自動車の大型化に対して、外ケブル方式による補強が試みられている。合成桁では、設計活荷重の改定による増加応力は鋼桁下フランジ下縁で200~300kgf/cm²程度であり、外ケブルプレストレスングによってこの増加応力を軽減することは容易である。しかし、プレストレスングによるコンクリート床版への悪影響を排除する必要がある。そこで、本研究では、プレストレスングによるコンクリート床版への影響について、また床版の耐久性を考慮したプレストレスト合成桁の耐荷力を弾塑性解析¹⁾により検討した。

2. プレストレスングによる床版への影響

輪荷重走行によるねじりモーメントによってコンクリート床版上面にひびわれが発生する。このひびわれとによって床版は梁状化し、耐久性低下を招くことになる²⁾。軸重20tfが図-1に示す状態で載荷されたとき、床版に発生する最大ねじりモーメントを一方無限版としてFEM解析より求めた結果、支持点近傍で $M_{xy}=0.428\text{tf}\cdot\text{m/m}$ であり、このねじりモーメントによるせん断応力がプレストレスされた床版に交番作用するとし、コンクリート引張試験から誘導されたS-N曲線³⁾からひびわれ発生回数を計算した結果を表-1に示す。ただし、桁作用による軸応力および乾燥収縮等による残存応力は無視している。この結果から、10kgf/cm²の引張応力を許容しただけでひびわれ発生が急激に早まることがわかる。また、10kgf/cm²の圧縮応力を導入することによってひびわれ発生を遅らせることができると言える。

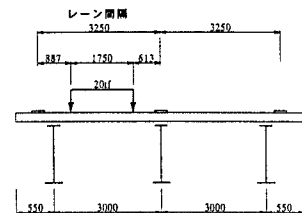


図-1 載荷状態

表-1 床版上面ひびわれ発生

τ_{yx} (kgf/cm ²)	± 5.82	± 5.82	± 5.82
σ_p (kgf/cm ²)	10	0	-10
繰返し回数 (cycles)	4.15×10^3	8.74×10^5	8.88×10^6

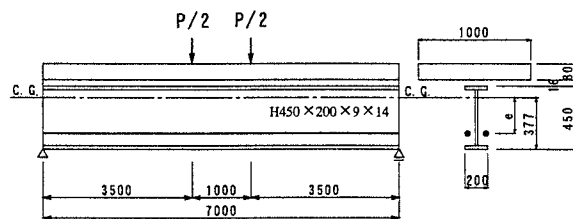


図-2 解析モデル

3. 弾塑性解析

外ケブルプレストレスングにより鋼桁下フランジ下縁だけでなく、床版にも圧縮応力を導入したプレストレスト合成桁の耐荷力について変形増分法を用いた弾塑性解析を行った。解析結果を以下に示す。

(1)解析モデル 本解析に用いたモデルは図-2に示すような外ケブルを直線配置したプレストレスト合成桁(PCB)である。床版のコンクリート強度は300kgf/cm²、鋼桁の

表-2 解析ケースと導入プレストレス量

解析ケース	T (tf)	e (cm)	導入プレストレス量 (kgf/cm ²)			
			σ_{ou}	σ_{cl}	σ_{su}	σ_{sl}
PCB-10-200	21.572	8.280	-8.7	-11.3	-89	-200
PCB-10-400	32.009	14.50	-6.6	-13.4	-111	-400
PCB-10-600	42.446	17.670	-4.5	-15.5	-207	-600
PCB-20-200	32.707	2.180	-19.5	-20.5	-160	-200
PCB-20-400	43.144	8.280	-17.4	-22.6	-178	-400
PCB-20-600	53.581	12.000	-15.3	-24.7	-200	-600
PCB-30-400	54.279	4.610	-28.2	-35.2	-244	-400
PCB-30-600	64.716	8.280	-26.1	-34.0	-267	-600

プレストレスト合成桁、応力超過、変形増分法、耐荷力

〒565 大阪府吹田市山田丘 2-1 TEL 06-879-7619 FAX 06-879-7621

降伏強度は 3000kgf/cm^2 、外ケーブルにはP C鋼より線を用いている。解析パラメータとして、鋼桁下フランジ下縁と床版への導入プレストレスとし、表-2 に示す8ケースと比較のための合成桁(NCB)について計算を行っている。床版に圧縮応力を導入するため、ケーブル偏心量 (e) は小さくなり、導入ケーブル力 (T) が大きくなる。

(2)荷重-たわみ関係 図-3 に一例として、床版に -20kgf/cm^2 のプレストレスを導入した場合の荷重-たわみ関係を示す。弾性範囲内では曲げ剛性に差はなく、合成桁と同様の挙動を示す。すなわち、プレストレスによるキャンパ-だけがプレストレスによるたわみ低減となる。また、鋼桁下フランジ下縁の導入プレストレスが大きいほど降伏耐力、終局耐力とも向上している。

(3)荷重-増加ケーブル力 図-4 に一例として、床版に -20kgf/cm^2 のプレストレスを導入した場合の荷重-増加ケーブル力関係の一例を示す。床版に圧縮応力を導入しているためにケーブル偏心量が小さく、弾性範囲内では変形に伴うケーブル力の増加は小さくなるため、増加ケーブル力の効果はほとんど期待できないと言える。

(4)耐力比 解析により得られた降伏耐力、終局耐力をそれぞれのモデルについてまとめると表-3 のようである。また、合成桁に対するプレスト合成桁の降伏耐力比、終局耐力比をそれぞれ図-5、6 に示す。降伏耐力は5

表-3 耐力		
解析ケース	P_y (tf)	P_u (tf)
NCB	36.616	45.775
PCB-10-200	39.434	51.811
PCB-10-400	41.745	56.136
PCB-10-600	43.963	59.581
PCB-20-200	38.518	49.430
PCB-20-400	40.658	53.010
PCB-20-600	42.803	56.283
PCB-30-400	39.795	51.226
PCB-30-600	41.874	54.234

～20%、終局耐力は 10～30%の向上が得られることがわかった。また、耐力比は床版への導入プレストレスとほぼ線形関係にあり、床版への導入プレストレスが増加することによって降伏耐力比、終局耐力比とも低下する。しかし、活荷重による応力増分をキャンセルし、床版へ圧縮応力を導入することによって鋼桁だけではなく、床版補強をも外ケーブルにより可能となる。

4. まとめ

- (1)外外ケーブルプレストレス時に引張応力を許容することによって床版上面でのひびわれ発生を急激に早めることになる。
- (2)活荷重による応力増分を外ケーブルプレストレスによりキャンセルし、床版に圧縮応力を導入することによって床版の耐久性向上をも期待することができると言える。

【参考文献】 1) Hamid Saadatmanesh, Pedro Albrecht, and Bilal M. Ayyub : Analytical Study of Prestressed Composite Beams, Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.115, No.ST9, pp.2364-2381, 1989.9 2) 松井繁之: 移動荷重を受ける道路橋RC床版の疲労強度と水の影響について、第9回コンクリート工学年次講演会論文集, 1987 3) H. Cornelissen and H. Reinhardt : Fatigue of Plain Concrete in Uniaxial

Tension and Alternating Tension-Compression Loading, IABSE Colloquium Lausanne, pp.273-282,1982

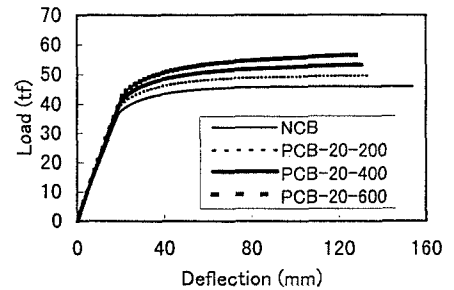


図-3 荷重-たわみ関係

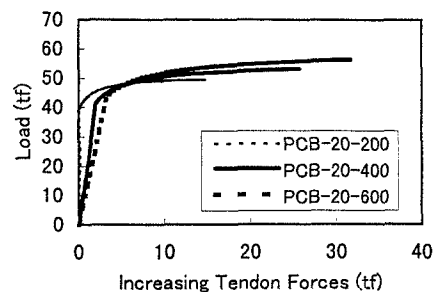


図-4 荷重-増加ケーブル力関係

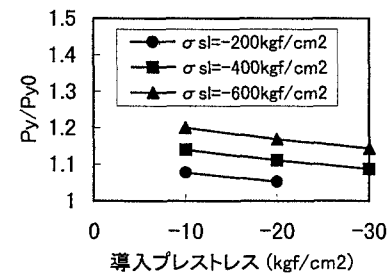


図-5 降伏耐力比

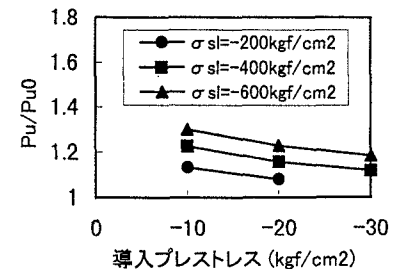


図-6 終局耐力比