

II-17 プレストレス鋼桁に関する実験的研究

東京大学工学部 正員 工博 奥村敏恵
宮地鉄工 正員 ○ 菊野衛
國鉄 宮田尚彦

近時プレストレスドコンクリート構造の著しい進歩に刺激されて、鋼桁橋に合成桁にプレストレスをかけることにより、応力調整を施したり、耐力を増しその支間を増加させより経済的に橋梁を設計、施工しようとする試みがなされる傾向にある。即ち連続合成桁の支点上の夏の曲げモーメントを緩和する目的で支点上部コンクリートを打ち、硬化後もその位置にさせてプレストレスをかけるなり、支点上特定の長さの床版コンクリートにプレストレスをかける方法等がとられる他は、鋼桁に高張力のサイルによってプレストレスをかける方法がとられている。特に後者については下 Dischinger が 1949 年 *Der Bauingenieur* にその設計の基本となる理論を展開し、計算例を發表しているが、これは Nord 橋の側径向に應用されて実施されている。我が國でも前者のプレストレス合成桁に關しては大阪市大橋教授により、後者の形式については建設省土木研究所中村正平氏によってその研究成果が發表されている。しかしこれらの文献を参照する場合最も基本的な性質が必ずしも明かにされてはいない。即ち特に後者の形式について、(1) 如何なるプレストレスの導入が最も適しているか、(2) 果してプレストレスによる応力とその後の荷重による応力と単純を重ねるによって計算してよいであろうか、(3) サイルに入った応力は荷重による撓み又はくりかえし応力の作用により変化を生じ、初期の導入プレストレス応力の効果は失はれないか、(4) プレストレス導入端部の構造は応力分布の均一化の立場より如何にすればよいか、等の問題がのこっている。このような基本的性格を確かめる目的で鋼桁のみにプレストレスをかける荷重をかけ、その状態に及ぼす応力、撓みの状況を觀察し以上の性格を吟味した。以下この実験によって得た結果について簡単に説明することにしよう。

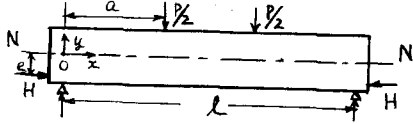
即ちプレストレスの導入方法としては一つは下フランジに近く直線的に、他は全体的に放射線状に高張力ワイヤ線を配置し、定着部はワイヤ線の端部をまつたネジを用いて固定すると同時にプレストレス導入の際はこのネジ部分を回転させることによつてワイヤ線を緊張させた。鋼桁は工形断面とし、支間 1600mm フランジ 70×4.5mm 腹板 120×4.5mm SM41 により製作した。この試験桁は他の目的で製作したものと支間を短縮して転用したため、もとより橋座底に弱い桁であるため、実験のすべては橋座底によつて崩壊したが、求むる性質を明らかにするには十分であつた。唯後述するようにはプレストレス応力により橋座底を生じないようにする配慮が十分にプレストレスをかけることは出来なかつたため上下フランジの応力は不均衡になり、応力利用の立場から十分とは言えなかつた。

なお試験はプレストレスのかけないもの、直線形式のプレストレス、放射線形式のプレストレスの 3 つの形式につき 2 点載荷の静的曲げ試験を施して比較することと、静的試験の結果より桁応力の最大値が弾性限度の 0.8~0.9 にあたる程度になるような線径の応力

とす。 6×10^5 繰返した後、2 点載荷の静的曲げ試験を施す試験を行った。疲勞試験装置は横河橋梁明石重雄氏の参考による Wilson 型疲勞試験装置によつた。

なお単純に応力の重疊が許されと考へると、各桁の応力、撓、ヒア 1 線内の引張力の増加は次の値を持つ。ここに M_0 はプレストレスのない場合の曲げモーメントを示す。

(a) 直線形式のプレストレス



各桁の応力

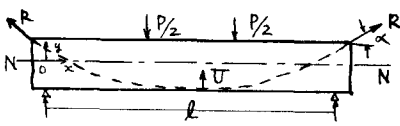
$$\frac{H}{A} + \frac{(M_0 - He)}{I_x} y_c = \sigma$$

撓

$$EI_x \frac{d^2 y}{dx^2} = M_0 - H(e + y)$$

ヒア 1 線の引張力の増大量 $\Delta H = \frac{EA l^2}{16 E^2 I_x} \frac{1}{480} [80 a^4 - 30 a l + 3 l^2] (P - 0.23 H)^2$

(b) 放物線形式のプレストレス



各桁の応力

$$\frac{R \sin \alpha}{A} + \frac{(M_0 - e R \sin \alpha - R \sin \alpha x)}{I_x} y_c = \sigma$$

撓

$$EI \frac{d^2 y}{dx^2} + R \sin \alpha \cdot y = M_0 - e R \sin \alpha - R \sin \alpha \cdot x$$

なお荷重後のヒア 1 線の引張力を R' 、中央の曲げモーメント M_{dc} 、ヒア 1 線の中央点の応力を y_c とおくと、 $R' = 8/15 \frac{M_{dc}}{I_x} y_c$ で引張力の増大が計算される。

実験結果 < 桁について >

プレストレス力による桁の各部分の応力状態は理論式通りの値として導入され得る。この場合 (a) 形式より (b) 形式の方が理論通りに有効である。しかもプレストレスによる応力と曲げモーメントによる応力は理論通り重疊の法則は成立する。但し (b) 形式の場合端部の構造詳細にはなお工夫を必要とする。なお鋼桁のみの場合上式の計算よりわかるように圧縮側フランジの応力が引張側のフランジの応力より大き目になり、引張応力に余裕があるのに拘らず圧縮側でその崩壊荷重が定まる。このような点より圧縮側により大きな断面を与え、

局部座屈で制限を受けたりするたぐい大きなプレストレスをかけた方がよい。この実合桁として設計した上プレストレスをかける方法は有効であるが、コンクリートに与える引張応力に対する制限等より検討する必要がある。要するに単純にプレストレスをかける考へでなく、引張側と圧縮側の応力の完全な利用といった立場より、桁の詳細プレストレスの値を定めるべきである。しかるプレストレス鋼桁は荷重による撓を少なくすることのできるため、撓の制限(桁端の制限)を受ける場合には有効である。なお疲勞荷重を受けた後も巨視的には応力分布には何等の変化を受けなかった。即ちこのようにプレストレス鋼桁は疲勞に十分耐えることがわかった。

< ヒア 1 線について > プレストレス鋼桁の設計上^{使用}載荷状態特に振動をよほす載荷状態のとき導入されたプレストレス量がそのまま維持されなければ有効に使用することのできない。実験の結果静的載荷ではヒア 1 線のゆがみは認められなかった。なお繰返荷重を受けた場合も同様であった。なお撓によるヒア 1 線のプレストレス力の増加は大体上式と一致し、作用応力に対する影響はごく僅かであった。

< プレストレス端部の構造 > 光弾性実験によつてしるべき結果数多く分散した ^{使用} ^{が不利} ^{が不利} を用いた方が有利なことおよび荷重相互の中心肉隔が近い方が有利であることがわかった。