

自重によるプレストレス導入桁の有限要素解析

金沢大学大学院 学生員○松田 功
 金沢大学工学部 正会員 近田康夫
 金沢大学工学部 正会員 城戸隆良
 金沢大学工学部 正会員 小堀為雄

1. まえがき

現代の構造物は、鋼材とコンクリートとを併用して建設されるのが大部分である。これらの材料を複合することにより、互いの欠点を補い、より信頼性の高い構造物を作ることができる。

この複合部材のなかで合成桁が最も一般的なものであるといえる。最近、従来のプレストレス桁やプレビーム桁とは異なった新しいプレストレス工法で製作された桁が開発された。この工法では、プレストレスは床版コンクリート等の自重によって導入される。この工法の実験桁による載荷試験で得られたデータと、有限要素解析結果との比較を行い、この桁に理論通りのプレストレスが導入できるか、また、荷重に対して理論通りの応力が生じるか検討する。

2. 自重によるプレストレス導入桁の特長

2.1 圧縮フランジの除去

従来の工法の合成桁はI型断面を有し、合成前は上フランジに非常に大きな圧縮応力が作用するが、合成後は床版に比べてフランジ部分の面積が小さく、しかも合成断面の中立軸が上フランジ近くに位置しているため、合成後荷重による応力も小さく殆ど不要な構造部材であるといえる。

そこで、鋼桁の上フランジを省略したT型断面の桁を使用状態と逆転支持し、桁から吊り下げた型枠に床版コンクリートを打設して、フランジ除去側に引張応力を発生させ、座屈の心配することなく合成桁を形成する工法である。

2.2 新しいプレストレス工法

従来のPC桁では、特殊工法によって外力をかけてプレストレスを桁に導入するが、この桁は、先に述べた製作過程において自重によって導入するものである。プレストレスの大きさは床版コンクリート及び型枠の重量と桁の支間長等により設定できる。この桁の施工手順を表1に示す。これにより合成桁の鋼重を著しく軽減し、より経済的な桁を製作できる。

表1 自重によるプレストレス導入桁の施工手順

STEP	製作場所	内 容
1	工場	鋼板を逆T型桁に溶接組立する
2	工場	桁を逆転支持し、桁から型枠を吊り下げる
3	工場	この型枠を用いて鉄筋コンクリート床版を製造する
4	工場	脱枠して、正位置で多点支持する
5	現場	現場に輸送し、架設して床版組立、地盤を施工する
6	現場	荷重を載荷する

3. 模型実験と有限要素解析

解析手法は直方体要素を用いた有限要素法である。鋼桁とコンクリート床版間には、JOINT ELEMENTを用いることにより、その間の剥離や滑動現象を考慮できるものとした。

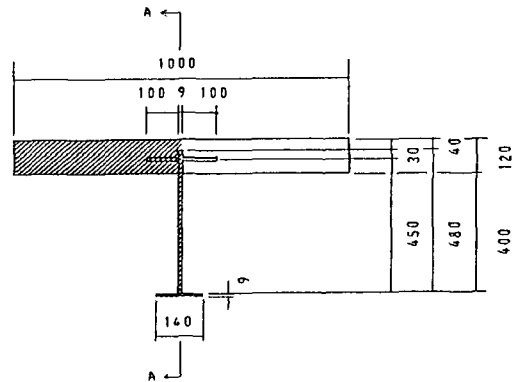


図1 解析モデル (断面図) 単位 mm

実験桁の概略を図1に示す。解析モデルは対称性を考慮して図1の斜線部に示すように実験桁の4分の1とし、その材料定数を表2に表す。

4. 解析結果および実験結果

解析結果と実験結果および弾性論による応力計算結果を比較する。支間中央における応力状態を表3に示す。ただし、有限要素解析結果については発表時に譲る。

実験値の応力線が折れているが、これは荷重方法に多少の問題があったからと思われる。

プレストレス時において、ほぼ計算値と実験値とは良好な値を示している。理論通りに桁にプレストレスが導入されたといえる。

プレストレスから自重荷重までの累加応力も、両者は比較的良好な値を示しているといえる。

試験荷重 20tを荷重し、この時の応力と累加応力についても、妥当な値を示している。

ここでは、支間中央に着目したが、他の断面においても計算値と実験値との差は小さく、良好な値を示した。このことから、桁の挙動はほぼ理論通りであると結論して良いと考えられる。

5. あとがき

実験結果より、桁に理論通りのプレストレスが導入できることと、理論通りの挙動を示すことが、検証された。

なお、有限要素解析による結果を用いて、スタッドを通しての応力伝達や応力集中等についても検討中である。

桁に自重によってプレストレスを導入するという新しい工法の有効性が十分に示されたと言えよう。

謝辞

本研究に関し、自重によるプレストレス導入桁に関する様々な資料や実験桁の製作に対する御協力に佐藤鉄工(株)橋梁設計部の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 金沢大学工学部土木建設工学科小堀研究室, 佐藤鉄工(株)橋梁設計部: SEFT (SELF FLEXED T TYPE) BEAM開発概要書, 昭和62年 6月

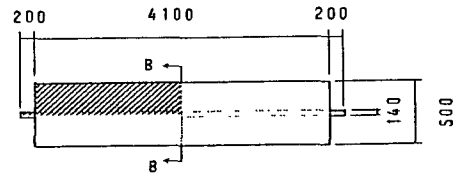


図1 解析モデル (平面図) 単位 mm

表2 モデルの材料定数

	弾性係数 (1/m ²)	ポアソン比	密度 (1/m ³)
コンクリート	3.00×10^6	2.50×10^{-1}	2.50×10^6
鋼材	2.10×10^7	7.85×10^{-1}	7.85×10^6

表3 支間中央における解析結果

解析ケース	計算値		実験値	
	作用応力	累加応力	作用応力	累加応力
プレストレス	984 -644	984 -644	895 -267	895 -267
プレストレス解放	-65 304	916 -325	-100 212	811 125
自重 (×2)	-33 158	410 -51	262 344	672 2
試験荷重 P ₁ = 20 t	-304 1436	166 1385	-323 1151	353 1153