

6 プレフレックス梁に関する実験的研究

○金沢大学工学部構造力学研究室

金沢大学工学部橋・施工研究室

川田工業株式会社 研究室

1. まえがき

プレフレックス梁についてはすでに本年度春の学術講演会でのべたとおりであるが、今回は主としてその後行なった試験術による破壊実験の結果について報告する。実験の目的は、ベルギーをはじめ欧州諸外国ですでに多くの実例を見ているプレフレックス梁をわが国に導入する際、プレフレックス梁についての特別規定がない限り現行の関係示方書に準じて設計施工されなければならない。そこで今回はプレストレストコンクリート設計施工指針、鋼道路橋の合成桁設計施工指針、鉄筋コンクリート標準示方書の諸規定に準じて試験術を設計し、施工し、載荷試験を行なって、プレフレックス梁の可能性について最も基本的な実験を行うことを目的とした。この実験によって、プレフレックス梁の特性と施工に関する全ぼうが明らかとなった。

2. 実験装置

われわれは数回の検討の結果、破壊試験や施工上の問題を考慮して、写真-1に示すような実験装置を製作した。装置の諸元は次のようである。

- (1)試験術のスパン長は6.00mとする。
- (2)載荷は50t手動ジャッキ2台で行う。
- (3)プレフレックス導入まではセンターを中心に1.50mづつ振りわけ載荷する。
- (4)破壊試験時はセンターを中心に0.50mづつ振りわけ載荷する。

(5)コンクリートの打設および各種実験はこの装置上で行う。

3. 試験術の製作

試験術は試験の目的にわけて2本製作した。その試験項目と製作要項は表-1に示すとおりである。その断面形状は図-1のとおりである。製作順序は、

- (1)鋼桁(SS41)を工場で全溶接で製作し、実験装置にセットする。
- (2)下部コンクリートの鉄筋組立て、型枠を組む。
- (3)鉛直荷重を賦与して、灰わみを鋼桁に与える。
- (4)下部コンクリート(早強コンクリート)を打設。
- (5)3日後に鉛直荷重を除去して、下部コンクリート

写真-1

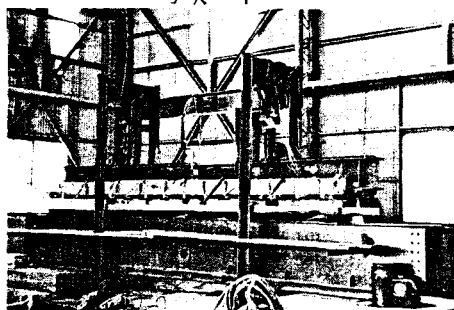
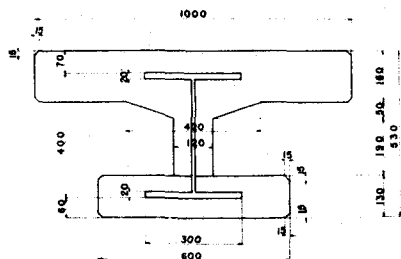


表-1

名称	試験項目	製作要項
試験術Ⅰ	下部コンクリートの打設テスト 下部コンクリートの乾燥収縮	載荷試験と同様の条件にコンクリートを打設。但しプレストレスを導入しない。別々下部フランジと同程度のコンクリートブロックを打設。
試験術Ⅱ	プレフレックス術にて載荷試験	プレフレックス術の完成品を作る。

図-1



にプレストレスを導入する。

(6)その後上部コンクリートを打設して製作を完了する。

試験術ⅠおよびⅡに使用したコンクリートの強度及び弾性係数を試験術設計の際に用いた値と比較したのが表-2である。この表より下部コンクリートの強度は7日、28日強度とも所期の値が出たことがわかる。弾性係数についても十分プレフレックス梁として使用し得るものであった。しかし試験術Ⅱの上部コンクリートは生コンクリートを使用したため、設計時に期待した値の強度にして約13%、弾性係数について約36%の低下となった。プレフレックス梁には高強度の応力を一時的に導入するので少なくとも下部コンクリートについては、十分な品質管理が必要であることを示す。また鉄筋の間隔が狭いこと、フランジ下側へコンクリートを打設しなければならぬことから、フレキシビリティに富み、しかも比較的強度の高いコンクリートを必要とするので、配合試験は特に慎重に行った。

4. 実験結果とその考察

各製作段階毎に各部の応力およびたわみを測定した。また試験術完成後1ヶ月で破壊試験を行ったのでその結果について述べる。

1) 収縮ひずみ測定試験

試験術Ⅰについて時間とともに収縮ひずみの増加状況をカールソン型ひずみ計およびホイットモア型フォーゲンベルガーひずみ計の2つの方法によって測定を行った。また一対鋼桁がコンクリートの収縮を拘束しないかどうかをみるために、下部コンクリートと同断面のコンクリートブロック(長さ125cm)を作製して同様のひずみ測定を行った。その一例を図-2に示す。この結果いずれの試体においても110日で $90 \pm 5 \times 10^{-6}$ 程度の収縮ひずみを生じており、鋼桁による拘束の影響は認められなかった。これらの測定様様を写真-2に示す。

2) 鋼桁への応力賦与

鋼桁のスパン中央断面および両側の載荷点附近、支点附近の計5断面にワイヤストレンゲージを接着した。フランジには一方向ゲージを、ウェブには3方向ゲージを接着し、ウェブの剪断力およびねじれを調べた。スパン中央断面の各段階の応力分布を図-3に示す。この図で接着応力が設計応

表-2

		試験術・設計	実験・応力計算
コン ク リ ー ト	上部コンクリート	$G_c = 300 \%$ $E_c = 300,000 \%$ $\eta = 7$	$G_c = 268 \%$ $E_c = 193,000 \%$ $\eta = 10.88$
	下部コンクリート	プレストレス導入時	プレストレス導入時
		$G_c = 400 \%$ $E_c = 350,000 \%$ $\eta = 6$	$G_c = 328 \%$ $E_c = 303,000 \%$ $\eta = 6.93$
		硬化後	硬化後
		$G_c = 500 \%$ $E_c = 400,000 \%$ $\eta = 5.25$	$G_c = 605 \%$ $E_c = 312,000 \%$ $\eta = 6.73$
鋼 桁		$G_s = 1750 \%$ $E_s = 2,100,000 \%$	$G_s = 1750 \%$ $E_s = 2,100,000 \%$

図-2

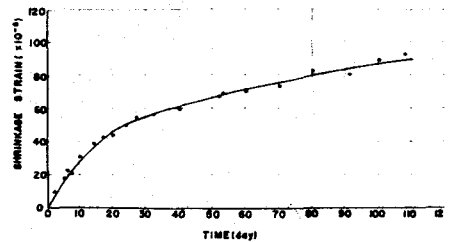
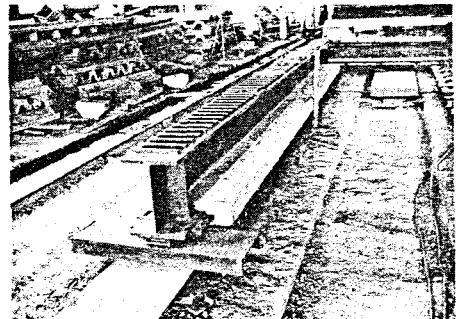


写真-2



かに比べて多少大き目になっているのは、油圧ジャッキを挟着した場合圧力低下をきたすのでそれを考慮したためである。

3) プレフレックス導入

下部コンクリート打設後3日で先きに賦与した荷重を除去して下部コンクリートにプレフレックスを導入した。この時の設計応力並びに導入応力は図-3に示すとおりでありほぼ所定の応力が導入された。

4) 載荷試験の結果とその考察

載荷試験の結果、下部コンクリート上側について、図-4に示すように、荷重が16tonまで応力はほぼ直線的に上昇し、この点以後では応力が低下している。このことはこの点で下部コンクリート上側にひびわれが入ったことを意味している。コンクリートには最初プレストレス(圧縮)が入っており、載荷により次第にストレスが消され、ついに引張応力が生じ、その応力が所定の大きさになったときひびわれが発生する。今回の下部コンクリートの引張強度は39.8%であり、曲げ引張を考慮して27.4%であった。この引張強度を用いてひびわれ荷重を計算した。

次にスパン中点のたわみは図-5のとおりであり、a点で下部コンクリートにひびわれが入ったものと思われる。その大きさは計算値とよく一致した。

5. 実験の結果

本実験で得られた結果のうち、主要なものは、

(1) コンクリートの強度および弾性係数が正しく測定されているならば、本実験で行った計算法で正しくプレフレックスが導入され、ひびわれ荷重等の強度計算が可能である。

(2) たわみと荷重は、図-5でみられるように、ひびわれ荷重(点a)までは直線的に上昇するが、ひびわれ荷重以上では直線の勾配は小さく(点b)、a~b間ではひびわれのため下部コンクリートの一部は作用しなくなり、点bを越えると合成桁としてのみ抵抗するものと思われる。

(3) 点bで荷重を下げた場合、残留たわみはない。これは荷重が撤去されてもまだ鋼桁は弾性範囲内であるのでプレフレックス効果が作用して元に戻るものと思われる。この点が一般のプレートガーダーと異なる点であり、本桁の特徴の一つである。

(4) 下部コンクリートへのプレフレックス効果(図-5のa, b係数)によつて、同断面合成桁に較

図-3

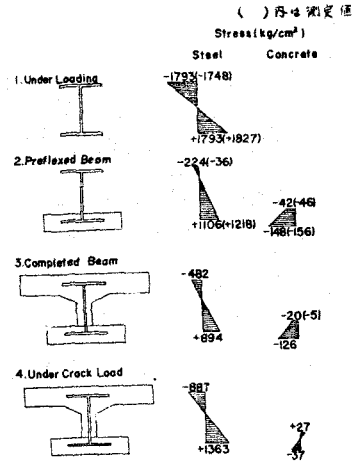


図-4

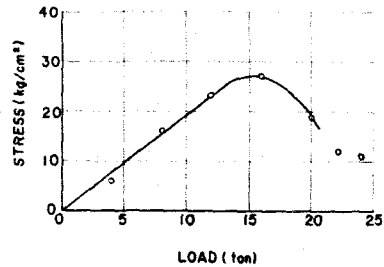
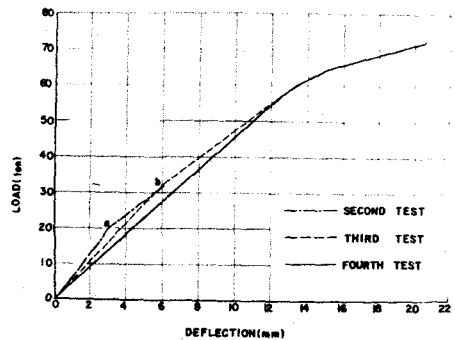


図-5



らべてたわみは小さくなり、例えば30cmと比較すると合成桁の場合の約60%となつて、たわみに対して有利なことがわかる。このことが本桁の特徴の一つである。

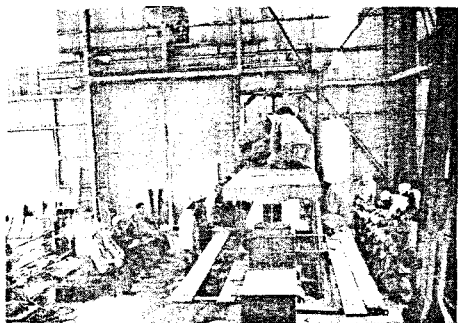
6. おまけ

以上プレフレックス梁の試作を行い、破壊実験を行つて施工過程や荷重載荷中の応力導入の様子を観測した。これによつてプレフレックス梁の特徴を把握することができた。また、この種の梁に関する貴重な手がかりを得ることができた。しかし、試験桁のスペンが小さいことから桁高を小さくできなかった点残念であった。今後実物による実験がなされることを望むものでもある。

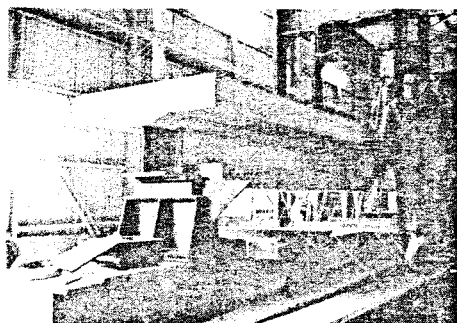
最後に試験桁を完成して、梁断面形状の美しさとコンクリート面の美しいことに感じ入った。

参考文献

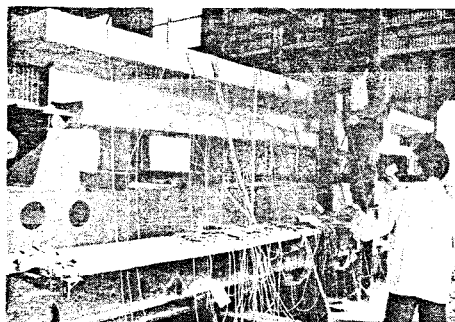
- 1) 三品吉彦・清水永策：“プレフレックス梁”橋梁昭和41年10月号P57～P61
- 2) 喜内・小堀・吉田・清水：“プレフレックス梁に関する研究”土木学会第22回学術講演会Ⅳ-35 昭和42年



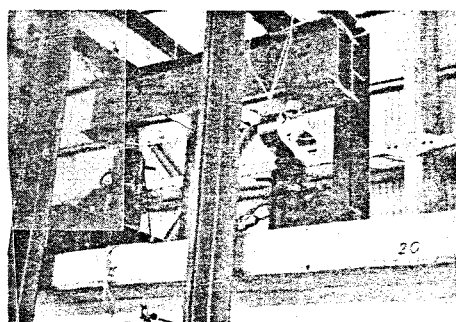
破壊実験中



試験桁完成



実験準備中



荷重装置 500kgジャッキ