

豊高専 正夏 中野 修治
徳山高専 正夏 重松 恒美

1. まえがき

T形桁のフランジは、連続桁の内部支点上など負の曲げを受ける場合引張りとなる。このとき、フランジのウェッブ接合面に働く面内せん断力は、断面力に大きな影響を及ぼす。そこで本研究ではこの面内せん断力を考慮して、二方向曲げを受ける互いに直交する鉄筋コンクリートT形桁の解析を行なった。実験は断面の大きさ及び鉄筋量異なる計6個の供試体について行ない、鉄筋応力、ひびわれそして終局荷重を調べた。この実験結果を用い、J. Eibl 等¹⁾が行なったフランジにひびわれが生じ長一方向曲げを受けるT形梁の理論、そしてTh. Baumann²⁾が鉄筋コンクリート板に適用したシャイバ理論より、フランジのひびわれ方向と終局荷重を求めた。

2. 実験方法及び供試体

実験方法は図. 1に示すように、フランジが引張りとなるように中央で支持し、供試体端の4点荷重とした。供試体は、型式A1, B1, A2, B2, CそしてDの計6種類である。大きさは短スパン方向が $b=34\text{cm}$ 、長スパン方向が $a=39\text{cm}$ から 54cm の4種類とし、ウェッブ幅は $b_0=6\text{cm}$ 、フランジ厚さは $d_0=4\text{cm}$ 及び 5cm 、そして供試体全高さは $d=11\text{cm}$ 及び 15cm である(図. 1参照)。鉄筋としてフランジに $\phi 6$ をスパンに平行に配置し、ウェッブにはD10を上下端に配置した。さらにせん断破壊を防ぐためにウェッブに 5cm 間隔でスタースラップを、また荷重点領域には補強のため鉄筋を密に配置した。各供試体は、セメント：水：砂の重量比1：0.42：2のモルタルで作製した。鉄筋の降伏点応力は平均 4025kg/cm^2 、コンクリート圧縮強度は平均 475kg/cm^2 である。

3. 実験結果

型式A1の鉄筋位置、鉄筋ゲージ①～⑥そして終局時のひびわれ状態を図. 2に、また荷重-鉄筋応力図を図. 3に示す。最初のひびわれは荷重1.6tで支点領域近くのフランジに生じ、ウェッブを横切ってフランジ自由端に広がった。支点領域近くの鉄筋応力は、荷重2.6tで急激に増大した。荷重3.0tで最初のひびわれにほぼ平行に、二番目のひびわれが荷重点側に生じた。荷重11.4tの短スパン方向荷重点領域近くのひびわれ発生により、ひびわれ形成は終わり、荷重12.6tで曲げ圧縮破壊した。破壊時に、鉄筋ゲージ③を除いて、全て降伏点応力以上であった。

計6個の実験結果より、i)フランジ厚さが大きければ、鉄筋応力が急激に増大する荷重は大きい ii) ひびわれ発生荷重よりも、鉄筋応力増大荷重の方が大きい iii) ひびわれは最初支点領域近くに生じ、その後最初のひびわれに平行に生じてフランジ自由端とほぼ垂直に交わる。iv) 破壊荷重近くで、長スパン方向のウェッブ接合面下面にひびわれが生じる v) 終局時、支点領域近くの

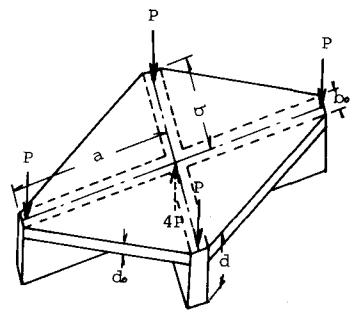


図. 1 載荷方法

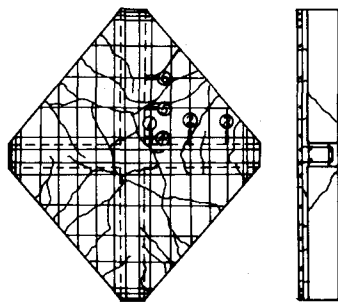


図. 2 型式A1の鉄筋配置及びひびわれ図

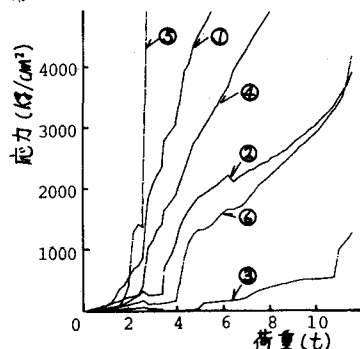


図. 3 型式A1の荷重-鉄筋応力図

鉄筋は降伏し、長スパン方向の曲げ圧縮により破壊することになった。実験結果i), ii)より、ウェッジ接合面に働く面内せん断力は、鉄筋力に大きな影響を及ぼしていると思われる。

4. 理論解析

鉄筋コンクリートT形断面のフランジを、厚さが d_0 のシャイバとみなす。図4(a)にフランジのひびわれに沿って働く力、(b)にひびわれに垂直な方向に働く力を示す。以下で、長スパン方向を x 、短スパン方向を y 方向とする。ひびわれ方向

は、スパン方向と角 ψ をなす。ひびわれ間のコンクリートに生じる圧縮力 D_b の方向は、フランジのウェッジ接合面に沿って働く面内せん断力 $Q_y = \tau_y d_0$ 、そしてひびわれに沿って働くせん断力 H によりひびわれ方向とは一致せず、スパン方向と角 α をなす。単位幅あたりの x 、 y 方向鉄筋力を、それぞれ Z_x 、 Z_y とする。 x 、 y 方向にそれぞれ単位幅あたり N_1 、 N_2 の外力が働くフランジにおいて、図4(a)より x 、 y 方向の、(b)よりひびわれに垂直方向の外力(N_1 、 N_2)と内力(Z_x 、 Z_y 、 D_b 、 H 、 Q_y)の釣合いから3個の釣合条件式が求まる。なお、終局時にコンクリート圧縮力の方向 α とひびわれ方向 ψ はほぼ一致することより、一般の鉄筋コンクリート板の場合と同様にフランジのコンクリート引張力を無視して、ひびわれ断面に沿って働くせん断力 H は0とおいた。

さらに、フランジのひびわれ断面に働く外力の合力と内力の合力の、大きさと方向が一致することより、図4(a)から、 x 、 y 両方向鉄筋力 Z_x 、 Z_y が降伏点応力に達した後の破壊ひびわれの方向 ψ が求まる。

また面内せん断力 Q_y は、荷重の初期の段階において、曲げに抵抗するフランジのウェッジ接合面に働くせん断力として、横方向鉄筋力を受担する。したがって一定の荷重まで、鉄筋応力ははずかである。この面内せん断力 Q_y は、ひびわれ間に働くコンクリート圧縮力の方向 α に影響を及ぼす。したがって Q_y 及び α は、ひびわれが生じたフランジシャイバをトラスモデルに置き換え、荷重によるスパン方向引張力の変化より求まるせん断力及び横方向鉄筋引張力を考慮して、実験より得られる荷重-横方向鉄筋応力図を用いて求めた。

以上より、 x 、 y 両方向鉄筋力とも降伏点応力に達しているとして、フランジの単位幅あたりの終局抵抗力 N_1 が求まる。したがって、二方向曲げを受ける互いに直交する鉄筋コンクリートT形断面の終局抵抗曲げモーメントは、曲げ引張領域及び曲げ圧縮領域は互いに独立し別々に形成されると仮定して、ウェッジを考慮して求まる。

5. 考察

表1に、各供試体の終局荷重及びフランジのひびわれ方向 ψ 、実験より求まる面内せん断応力 τ_y 、そして τ_y とコンクリート圧縮強度 f_c の比 τ_y/f_c を示す。ひびわれ方向 ψ は、理論値の α がかなり大きくなった。これは ψ の計算に大きな影響を及ぼす α 及び Q_y を、実験値を用いて求めたこと、さらにひびわれ断面に沿って働くせん断力を無視したことも影響していると思われる。また比 τ_y/f_c は、 $1/4 \sim 1/10$ であった。この値は、一方向曲げの場合の $1/40 \sim 1/63$ と比較して、かなり大きな値である。

<参考文献>

- 1) Josef Eibl und Eberhard Kühn: "Versuche an Stahlbetonplattenbalken mit gezogener Platte", B.U.S., Heft 7, 8, 1979
- 2) Th. Baumann: Tragwirkung orthogonaler Bewehrungsnetze beliebiger Richtung in Flächentragwerken aus Stahlbeton, T.U.M., 1972

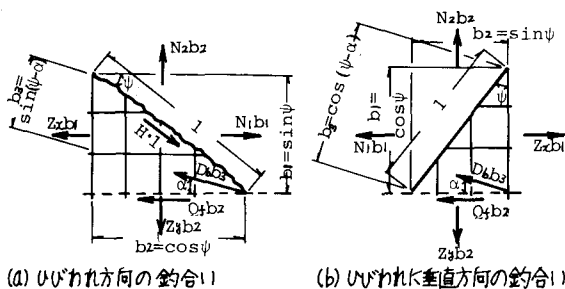


図4 直交鉄筋系における外力(N_1 、 N_2)と内力(Z_x 、 Z_y 、 D_b 、 H 、 Q_y)を受けるシャイバ要素の釣合い

表1 各供試体の理論値及び実験値

供試体 No.	終局荷重		面内せん断応力 τ_y (Kg/cm ²)	$\frac{\tau_y}{f_c}$	フランジのひびわれ方向 ψ (°)	
	理論値 (Kg)	実験値			理論値	実験値
A 1	11060	0.96	104.2	$\frac{1}{4.1}$	77	55
B 1	9738	0.96	93.4	$\frac{1}{4.8}$	79	48
A 2	14254	1.31	89.2	$\frac{1}{5.6}$	78	56
B 2	9369	1.14	74.0	$\frac{1}{6.6}$	84	63
C	10693	0.89	51.5	$\frac{1}{9.3}$	82	62
D	12548	1.08	51.7	$\frac{1}{9.7}$	82	50