

北海道大学 正員 古内 仁
 北海道大学 木村 勉
 北海道大学 正員 角田与史雄

1. まえがき

コンクリート構造物の引張部にひびわれが生じた後、そのひびわれをはさむ両縁のコンクリートが、鉄筋の軸方向と一致しない方向に相対的変位を起こそうとすれば、その鉄筋にはせん断力が作用する。そのような働きは鉄筋のダウエル作用と呼ばれ、部材の耐荷機構に複雑な影響を与え、部材の耐力に対してもある程度寄与することが知られている。

この問題についての研究は多くあるが、その一つとして古くにJones¹⁾がこれを弾性床上ばりにモデル化している。本報告では、実験によりダウエル作用の変形状をとらえ、そのモデルの適用性について検討を行った。

2. 実験概要

本報告において行った実験は、図-1に示すようにKrefeldら²⁾に準じた供試体を用いたが、人工ひびわれに囲まれた部分の上面のみでなく、はりの上面にも載荷する点が異なり、これにより人工ひびわれ位置の鉄筋の軸方向力/せん断力比を任意に変えることができる。実験では、鉄筋の上下面のひずみ、およびダウエル変位を測定した。

使用した鉄筋は、横フシ形異形棒鋼SD35のD16である。コンクリートは、早強ポルトランドセメントおよび天然骨材を用い、水セメント比は52%である。また、試験日目標強度は $300\text{kg}/\text{cm}^2$ である。供試体は、打設後1日で脱型し湿布養生を行い、材令は14日とした。

3. 実験結果および考察

Jones のモデルは、斜ひびわれの生じたはりの引張鉄筋のダウエル作用を対象とするもので、図-2に示すようにかぶりコンクリートと引張鉄筋からなる仮想上の合成はりが、ウェブコンクリートからなる仮想上のばねにつるされた弾性床上ばりで、バネの引張力 $q=K y$ がコンクリートの引張強度から定まる限界値に達したときにダウエル破壊が起こるとしている。

図-3は、ダウエル作用を受けた鉄筋の曲率の測定値を○印により示している。これによれば、曲率分布は弾性床上ばりの性質に類似した形状を示している。しかし、Jones モデルによる計算値は、図中に点線で示すように、実測値を大きく下回り、かつ反曲点位置も人工ひびわれ位置から遠くなっている。図-4は、ダウエル変位の実

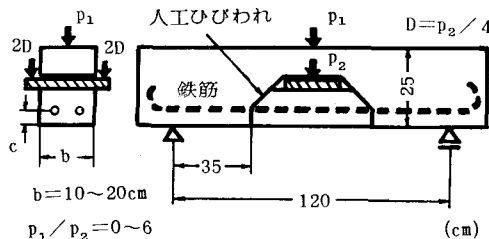


図-1 供試体寸法

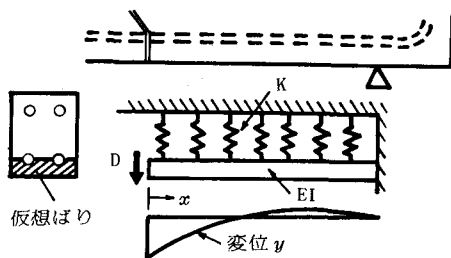


図-2 Jonesのモデル

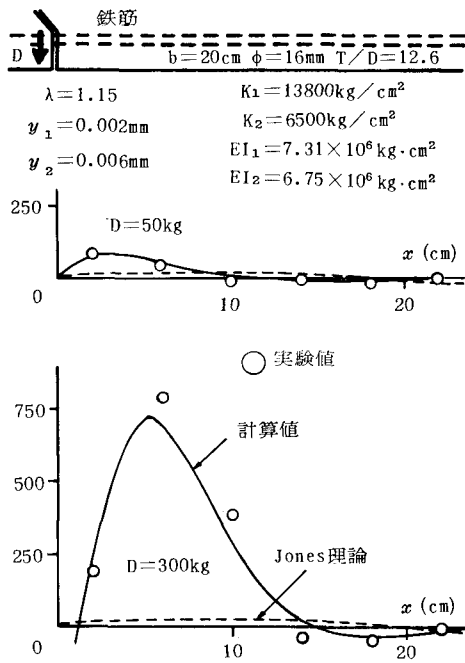


図-3 曲率(鉄筋)の計算値と実験値

測値を○印、Jones モデルの計算値を点線で示している。ここでも計算値は実測値を大きく下回っている。また、当然ながら Jones モデルは線形であるのに対し、実際の性質は非線形である。これらのことは、弾性床土上りとしてのモデル化は、定性的には適用性があるが、定量的には問題があることを示している。すなわち、Jones モデルは破壊時を対象としているにもかかわらず、仮想ばりの剛性および仮想バネ定数が過大であり、これらの点で修正が必要である。

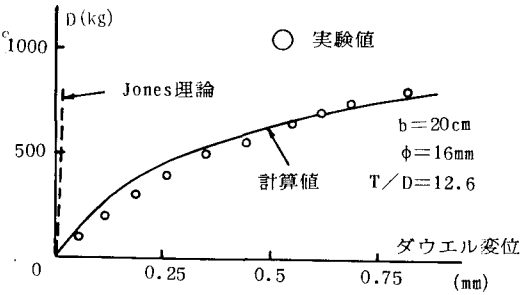


図-4 ダウエル変位

いま、仮想ばりの断面として鉄筋とそのごく近傍のコンクリートのみを考慮することとし、図-5に示すように直径 $\lambda\phi$ ($\lambda \geq 1$)の合成断面をとり、またダウエルひびわれの発生に伴う剛性およびバネ定数の低減を考慮するため、図-6に示すように非線形モデルに修正することを試みた。それによる結果が、図-2および図-3中の実線である。これらの結果は、ダウエル作用による変形状が、弾性床土上りとしてそれを非線形に修正した力学モデルによってとらえることができることを示している。

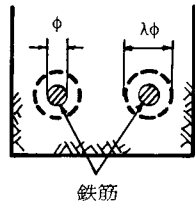


図-5 仮想ばりの断面

図-7は、この力学モデルによって得られた非線形領域、すなわち $y > y_1$ となる範囲の x の長さ a を示したものがある。この図にみられるように、 a はダウエル力に対しほぼ直線的に増加する傾向がみられた。その長さは、破壊直前でも10 cm程度であり、ひびわれがある程度進行すると急激に破壊に至るとい性質を表わしていると考えられる。

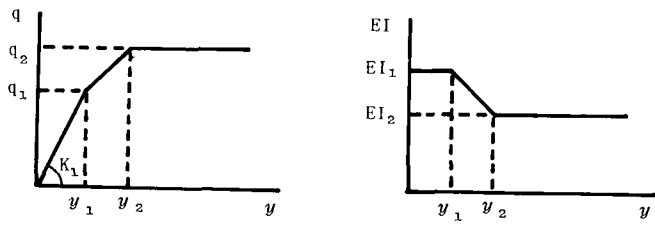


図-6 q と EI の仮定

図-8は、破壊荷重および上記モデルによる線形限界荷重時のダウエル力 D と鉄筋の引張力 T の関係を示したものである。Gergely³⁾によれば、破壊時の T が大きくなれば、 D は増すがさらに T が大きくなると D は減少するといという複雑な結果を示している。しかし、この図では破壊時および線形限界時ともに T が大きいほど D は小さくなっている。

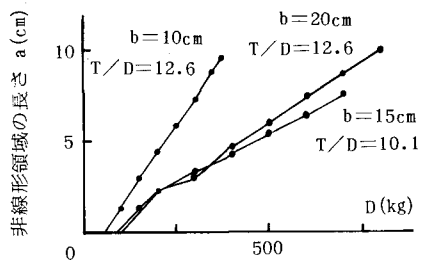


図-7 ダウエル力と非線形領域の関係

おわりに、本報告は北海道大学の学生藤野俊彦および若山 浩の両君の多大な助力を受けた。ここに感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Jones, R: The Ultimate Strength of Reinforced Concrete Beams in Shear, Magazine of Concrete Research, Aug. 1966
- 2) Krefeld, W.J., Thurston, C.W., Journal of American Concrete Institute, Mar. 1966
- 3) Gergely, P., Splitting Cracks Along The Main Reinforcement in Concrete Members, Department of Structural Engineering Cornell University, Apr. 1969

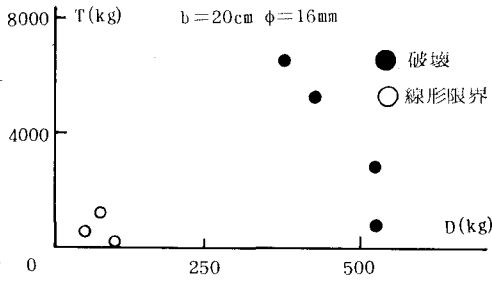


図-8 ダウエル力 D と引張力 T の関係