

V-279 鉄筋のダウエル作用に及ぼす引張力の影響

東北大学 学生員 堀内 信

東北大学 正 員 鈴木基行

東北大学 正 員 尾坂芳夫

1. はじめに

現在、各国で用いられているせん断耐力式では、せん断抵抗機構のうち、コンクリートの圧縮部、およびスタラップによるせん断抵抗機構のみが考慮されており、ダウエル作用や骨材のかみ合わせ作用の影響は直接的な形で取り入れられていないのが現状である。

時震時においては、RC柱や橋脚とフーチング部との境界面にかかなり大きな曲げひびわれが発生し、このひびわれ面と交差する軸方向主鉄筋には主として曲げの作用により降伏点を越えるかなりの引張歪が生じていることが予想される。したがって、このような状況下においては、軸方向主鉄筋のダウエル作用がせん断伝達機構において、極めて重要な働きをなしていると思われる。よって、鉄筋のダウエル作用を検討する際には、鉄筋に引張力を作用させた状態で、その破壊機構、変形性能あるいは耐力等を検討する必要がある。

以上のような観点から、本研究は軸方向鉄筋のダウエル作用に及ぼす引張力、かぶり等の影響を調べ、合理的なせん断設計方法を確立するための基礎資料を得ることを目的とした。

2. 実験方法

実験に用いた鉄筋は横フシ異形鉄筋で、D16 (SD35) を用いた。コンクリート圧縮強度は約350 (kgf/cm²) とした。

(1) 供試体諸元

本実験で用いた供試体は、図-1に示す3つのブロックからなり中央の部分を試験部分とした。また鉄筋を2本配置し、4カ所によりダウエル力に抵抗させた。せん断面にはパラフィンコートした仕切り板(ブリキ板)を挿入し、せん断面での骨材の摩擦抵抗を完全になくした。表-1に供試体の変動要因の一覧表を示す。変動要因は側面のかぶり厚Csと鉄筋にあらかじめ与える引張力Tである。なお、本研究でかぶりとは鉄筋中心からコンクリート表面までの最短距離をいう。鉄筋に与える引張力は、全く与えないもの、鉄筋降伏強度の50%に相当する引張力および降伏強度に相当する引張力の3通りとした。

(2) 荷重方法

荷重方法の模式図を図-1に示す。鉄筋に引張力を作用させる場合には、供試体の左右のブロック間に取り付けた2本の油圧ジャッキによりダウエル鉄筋がせん断面において所定のひずみになるように制御し引張力を与えた。ダウエル力は供試体上面のジャッキにより作用させた。このとき、作用軸力は常に所定の値になるよう制御させた。なお、測定にはデジタルひずみ計を用いた。

3. 実験結果および考察

表-1 供試体諸元および実験結果

Specimen No.	Cs (mm)	Tension Force	Dowel Capacity (tonf)
C1	5.0d _b =80	1.0f _y	5.96
C2	4.0d _b =64	1.0f _y	5.46
C3	3.0d _b =48	1.0f _y	3.65
C4	2.0d _b =32	1.0f _y	2.80
C1-N	5.0d _b =80	0	9.35
C2-N	4.0d _b =64	0	8.73
C3-N	3.0d _b =48	0	6.90
C4-N	2.0d _b =32	0	4.65
C1-H	5.0d _b =80	0.5f _y	6.94
C2-H	4.0d _b =64	0.5f _y	5.60
C3-H	3.0d _b =48	0.5f _y	5.94
C4-H	2.0d _b =32	0.5f _y	6.57

d_b:ダウエル鉄筋径(=16mm)f_y:鉄筋の降伏点強度(=2200 μ)

高さ h=300(mm)

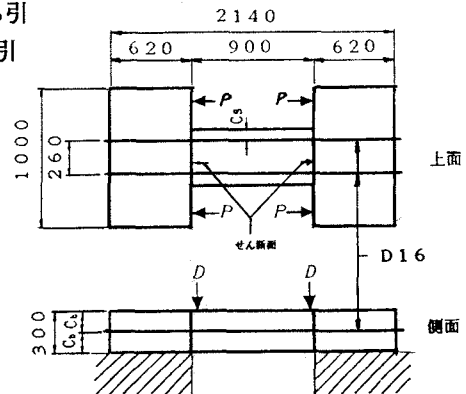
底面のかぶり C_b=150(mm)試験部分長 ℓ =900(mm)

図-1 供試体

（１）破壊状態

いずれの供試体についてもダウエル荷重を載荷し初めて小さなダウエル力で小さな割裂ひびわれが、ダウエル鉄筋に沿って側面に発生し、その後ほとんどひびわれの進展がなくダウエル力のピーク時付近でひびわれが急激に進展して破壊に至った。そこで、ピーク時の荷重をダウエル耐力とした。

（２）ダウエル耐力に及ぼす引張力およびかぶり厚さの影響

図-2に示すようにかぶりが大きくなるとダウエル耐力が増加することが分かった。図-3は、あらかじめ与えた引張力によりせん断面での鉄筋に生じるひずみを因子としてダウエル耐力を描いたものである。かぶり厚さによらず、あらかじめ引張られた鉄筋を持つ供試体は、引張力を作用させないものよりもダウエル耐力が低下する。ダウエル耐力はひずみの増加とともに指数関数的に減少する。これは、ダウエル作用のメカニズムは、鉄筋よりコンクリートに大きく依存しているためと考えられる。1000~1500 μ 程度以下の小さなひずみを鉄筋に与える場合、鉄筋の周りのコンクリートは内部ひびわれの発生により軟化し始める。したがって、この内部ひびわれの発生が生じる小さな引張力の範囲でダウエル耐力の低下は顕著になるものと思われる。さらに大きな引張力を与えた場合、同様に内部ひびわれ領域は鉄筋軸方向に対して進展していくものの、鉄筋軸に垂直な面方向の拡がりは、ある引張力以上ではそれほど進展しないためダウエル耐力の低下は顕著でなくなると思われる。

ここで、引張力を受けた鉄筋のダウエル耐力 D_u を引張力を受けない鉄筋のダウエル耐力 D_{u0} と作用引張歪 ϵ とをパラメータとして表示すると次式が得られた。

$$D_u = D_{u0} \cdot e^{-0.0002\epsilon} \quad \dots (1)$$

ここで、

D_u : 引張力をうけた鉄筋のダウエル耐力

D_{u0} : 引張力を受けない鉄筋のダウエル耐力

ϵ : 引張力によりせん断面の鉄筋に発生するひずみ量

既往の研究²⁾では、引張力とダウエル耐力との相互関係を楕円で関係付け、引張力が小さい場合にはダウエル耐力の低下はほとんど生じず、引張力が大きい場合には耐力低下が著しくなるとしているが、これは危険側の推定であると思われる。

4. まとめ

本研究は、かぶり厚さと鉄筋引張力が鉄筋のダウエル作用に及ぼす影響を実験的に検討したものであるが、本研究の範囲内で次のことが結論づけられる。

- (1) 側面のかぶりが大きくなると、ダウエル耐力はほぼ直線的に上昇する。
- (2) ダウエル耐力は、あらかじめ与えた引張歪の増加と共に指数関数的に減少する。
- (3) 鉄筋のダウエル耐力は、鉄筋そのものよりもコンクリートに大きく依存している。

参考文献

- 1) 鴨志田 政仁・大塚 浩司・森 横夫: 正負交番荷重を受けるRC柱の主鉄筋定着性状, 東北支部技術研究発表会講演概要, 土木学会東北支部, pp. 490~491, 1988. 3
- 2) Helen Dulacska: Dowel action of reinforcement crossing cracks in concrete, ACI Journal, Proceedings, Vol. 69, No. 12, pp. 754~757, December, 1972.

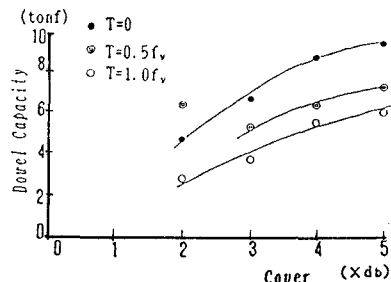


図-2 ダウエル耐力とかぶりの関係

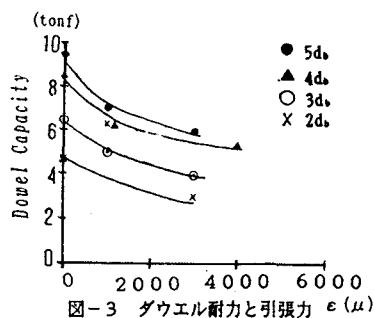


図-3 ダウエル耐力と引張力 ϵ の関係
作用時の鉄筋歪の関係
 d_b : ダウエル鉄筋径 (=16mm)