

引張軸力を受けるプレキャスト柱の接合面におけるせん断伝達機構

○正会員 高橋 裕幸*1 同 西川 孝夫*2
同 北山 和宏*2 同 吉田 格英*3
同 伊藤 一男*4 同 吉崎 征二*4

1.序： 本報告は昨年の「引張軸力を受けるPCa柱接合部のすべりに関する実験的研究(その1、その2)」に続き、せん断伝達機構としての鉄筋のダボ作用と、コンクリートの摩擦抵抗について、さらに検討した結果を報告するものである。

2.鉄筋のダボ作用： 鉄筋のダボ力は図-1のように柱主筋の曲げひずみを考慮し、次式(2.1)により算出した。

$$Q_d = (Z_b \cdot E_s \cdot \Sigma(\epsilon_a - \epsilon_b + \epsilon_c - \epsilon_d)) / (2L) \quad (2.1)$$

Q_d: 鉄筋のダボ作用による伝達せん断力 (tonf)

Z_b: 鉄筋1本の断面係数 (0.4021cm³)

E_s: 鉄筋のヤング係数 (1.92×10³tonf/cm²)

ε: 鉄筋表面のひずみ (図-1参照)

L: ひずみ測定位置間の距離 (3cm)

但し4ヵ所のひずみゲージの一部でも降伏点に達した時点ダボ力の最大値とし以降は一定と仮定した。次にコンクリートの摩擦抵抗は図-2のように水平方向の力の釣り合いから、鉄筋のダボ力: Q_d とコンクリートの摩擦抵抗: Q_c の和は入力せん断力: Q とつり合うことより算出した。

各試験体のパラメータを表1に、鉄筋のダボ力とせん断力および引張軸力との関係を図-3に示す。一体打: B8や縞鋼板型枠: B7の試験体は引張軸力の増加と共に鉄筋のダボ力も上昇し、鉄筋がせん断伝達機構として働く。しかし、接合面がアクリル型枠の試験体: B6は引張軸力が増加しても一定か若干の減少がみられる。また接合面を持つ試験体と一体打ちの試験体では大きな差があり、これは接合面を持つ試験体は初期の入力せん断力で接合面がずれ始め、鉄筋がせん断抵抗力の多くを負担するためだと考えられる。

次に各試験体の鉄筋のダボ力が、入力せん断力に占める割合を図-4に示す。ここで一体打ちの試験体B8は1割程度と小さい。一方、接合面を持つ試験体はせん断力レベルの小さな試験体ほどその割合は大きくなり、せん断力レベル0.02bDfcの試験体B5では最大で7割近くを鉄筋のダボ力に頼っていることがわかる。

3.コンクリートの摩擦抵抗： コンクリートの圧縮力は図-5のように、主筋に貼付してあるゲージより全主筋が負担する引張力を求め、入力軸力: TNが主筋の負担分: T_bとコンクリートの負担分: C_b

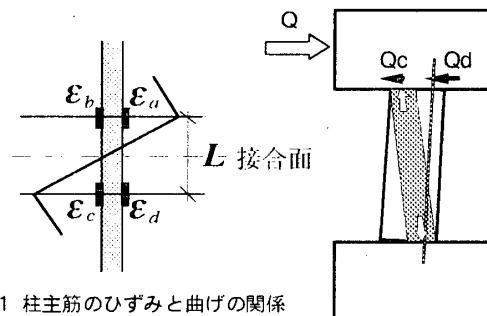


図-1 柱主筋のひずみと曲げの関係

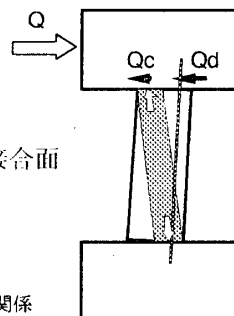


図-2 水平方向の力

	アクリル	縞鋼板	一体打
0.02bDfc	B5	—	—
0.03bDfc	B6	B7	B8
0.04bDfc	B9	B10	—

表-1 各試験体のせん断力レベルと接合面型枠

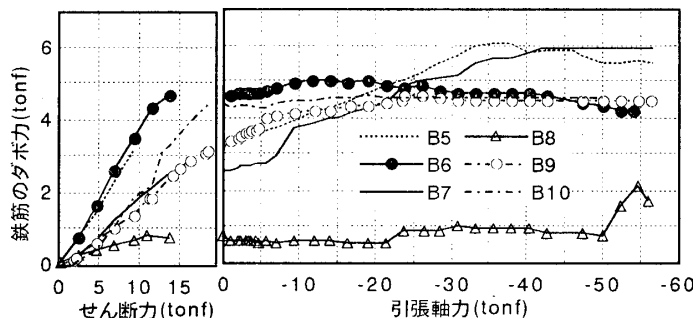


図-3 鉄筋のダボ力とせん断力、引張軸力の関係

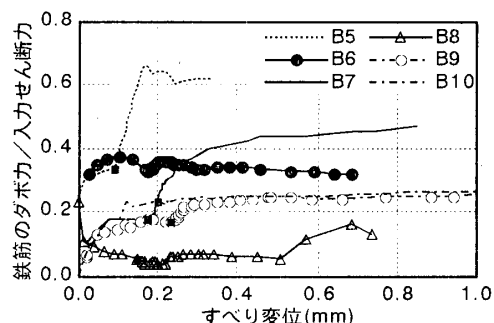


図-4 鉄筋のダボ力が入力せん断力に占める割合

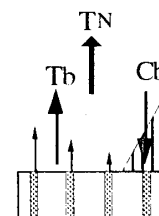


図-5 接合面での鉛直方向の力のつり合

A Study of Shear Transfer Mechanism of Precast Column Connection

Subject to Bending and Shear under Tensile Axial Load

TAKAHASHI Hiroyuki et al.

の和と、つり合うことから求めた。図-6にコンクリートの圧縮力とせん断力および引張軸力の関係を示す。引張軸力の増加と共にコンクリートの圧縮力は減少し、せん断力レベルの大きな0.04bDfcの試験体：B9、B10では引張軸力が35tonfあたりで急激に低下している。これは実験の観測から圧壊が起こった時点と合致し、その後は水平変位も急激に増加している。

さらに接合面での応力状態を図-7のように考え、内部コンクリートの圧縮力が伝達される領域をXnとすると接合面のせん断応力度 τ 、軸方向圧縮応力度 σ 、および摩擦係数 μ は式(3.1)のようになる。

$$\tau = Q_c / B \cdot X_n, \quad \sigma = C_b / B \cdot X_n, \quad \mu = \tau / \sigma \quad (3.1)$$

各試験体の接合面における τ - σ 関係を図-8に示す。コンクリートの破壊曲面を圧壊の条件、またGastonらによる直接せん断実験[1]の結果

$$\tau = 7.7 + 0.7\sigma \quad (\text{kgf/cm}^2) \quad (3.2)$$

を接合面のずれ条件として式(3.2)を重ねると圧壊、接合面ずれ、複合領域の3つを想定できる。これよりせん断力レベル：0.04bDfc(19tonf)の試験体は圧壊を示し実験結果と適合している。またせん断力レベル：0.02bDfc(9.5tonf)の試験体B5と一体打ちの試験体B8は接合面ずれの領域に向かっている。

次に摩擦係数とせん断力、引張軸力の関係を図-8に示す。通常、コンクリートの圧縮摩擦係数は0.6~0.8が期待されるが接合面を持つ試験体は概ね0.4~0.6の間を推移している。また引張軸力を加えると、コンクリートの接する面積が減少し、コンクリートの垂直圧縮応力度が高くなるため、摩擦係数が上昇している。とくにせん断力レベルの大きなB9、B10は圧縮摩擦係数が1.0を超え圧壊にまで至っていると考えられる。

4. まとめ： 引張軸力下におけるプレキャスト柱の接合面におけるせん断伝達機構について、解析を行い以下の知見を得た。

- (1) 一体打に比べ、接合面をもつプレキャスト柱は、せん断伝達機構を鉄筋のダボ作用に負う割合が大きい。
- (2) 接合面における凹凸の差は、荷重-変形関係では差がなかったが、鉄筋の負担するダボ力には差があった。
- (3) 引張軸力下では曲げによる圧縮領域が減少するため応力度が上昇し、コンクリートの圧壊を引き起こす可能性がある。

【参考文献】[1] J.R.Gaston and L.B.Kriz: Connections in Precast Concrete Structures-Scarf Joints, PCI Journal, 1964.6

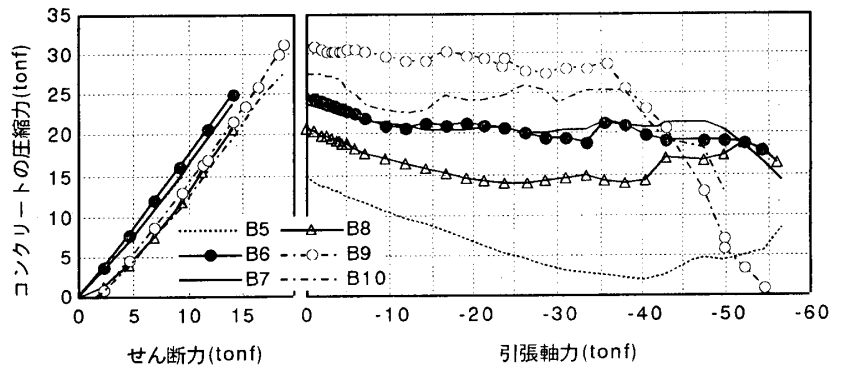


図-6 コンクリートの圧縮力とせん断力、引張軸力の関係

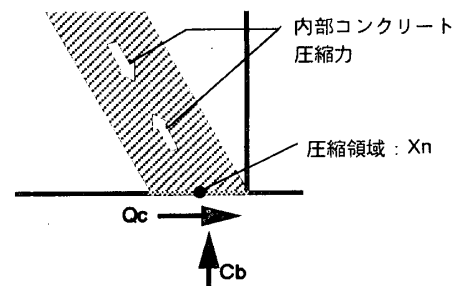


図-7 接合面での応力状態

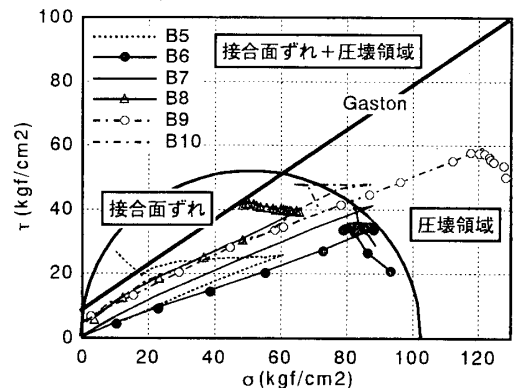


図-8 τ - σ 関係

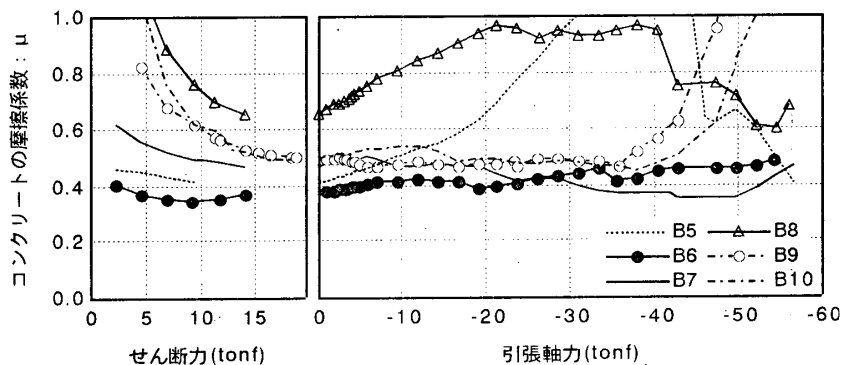


図-9 コンクリートの摩擦係数とせん断力、引張軸力の関係

*1 東京電力 Tokyo Electric Power Company
*2 東京都立大学 Tokyo Metropolitan University

*3 西松建設 Nishimatu Construction
*4 大成建設 Taisei Corporation