

鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部の
膨張を考慮した入力せん断力に関する研究

正会員 ○森田真司*1
同 北山和宏*2
同 岸田慎司*3

柱・梁接合部, 接合部膨張, 梁主筋付着
層せん断力, 接合部せん断力

1. はじめに

鉄筋コンクリート造内柱・梁接合部の変形性状が接合部入力せん断力に及ぼす影響を把握し, 接合部入力せん断力を再評価した結果について報告する。

2. 試験体

対象試験体は平面十字型5体である。各試験体の主要な因子を表-1に示す。1998年実施の試験体¹⁾をAシリーズ, 1999年実施の試験体²⁾をBシリーズとする。試験体形状は梁せいを除いて5体とも同一で, いずれも柱・梁主筋の降伏前に接合部せん断破壊した試験体である。Bシリーズ試験体の梁危険断面には定着鋼板を設置した。試験体 PNB-2 は梁主筋を, 試験体 PNB-3 では柱・梁主筋の付着を接合部内で絶縁した。いずれの試験体でも柱頭に一定軸力を加えた後, 水平方向に正負交番载荷を行なった。各試験体の層せん断力-層間変形角の包絡線を図-2に示す。最大層せん断力は $V_{c,max}=115\sim145kN$ の範囲にあった。

3. 実験データの考察

3.1 接合部入力せん断力 接合部入力せん断力は2種類の方法で求めた。方法1: 梁端モーメントを一定の梁応力中心間距離で除すことにより引張り鉄筋力を求める方法。方法2: 梁危険断面に貼付された歪みゲージの値を応力変換することにより直接引張り鉄筋力を求める方法。図-2に試験体 PB-1 及び PNB-3 の方法1, 2から求めた接合部入力せん断力のピーク時の値を重ねて示す。方法1による接合部入力せん断力は, 最大層せん断力時以降, 緩やかに低下した。方法2から求めた接合部入力せん断力は低下せず, 方法1の値より大きくなる傾向があった。接合部パネル内における主筋付着を絶縁した場合(試験体 PNB-2 及び PNB-3), 方法2による接合部入力せん断力は, 最終サイクルを除けば, 方法1による計算値に近づく傾向があった。

3.2 接合部変形状 図-3に試験体 No.1 の接合部変形状態を示す。図の原点は接合部中央を表し, 縦・横軸の値は接合部に設置された変位計の出力(伸びが正)を100倍した値である。せん断変形は考慮していない。いずれの試験体においても水平変位が鉛直変位に比べ非常に大きくなった。水平変位が大きくなるのは, 圧縮主歪みの方向が梁材軸に対して45度以上になるため, 斜めひび割れ幅の水平成分が鉛直成分より大きくなるためである。また圧縮主歪みがコンクリート圧縮強度時歪みを越えると水平変位は急増し, その後も増大した。よって接合部パネルは膨張しており, 接合部中央コンクリートの圧壊が膨張を加速させている。

3.3 接合部膨張が梁主筋に及ぼす影響 図-4にAシリーズの接合部パネル内梁主筋伸び量-接合部パネル水平変位関係を示す。

表-1 対象試験体

試験体	Aシリーズ		Bシリーズ		
	No. 1	No. 2	PB-1	PNB-2	PNB-3
σ_B (MPa)	22.1	22.0	21.0	21.0	21.9
軸力比 ^{*1)}	+0.33	-0.33	+0.34	+0.34	+0.33
梁 (cm)	$b_b \times D_b$ 25×35		25×38		
主筋	上下とも4-D25				
柱 (cm)	$b_c \times D_c$ 35×35				
主筋	16-D22				
接合部補強筋	2-D10 3sets				
階高×スパン	233×280 (cm)				
定着鋼板	無		有		

σ_B (MPa): コンクリート圧縮強度, b_b : 梁幅, D_b : 梁せい, b_c : 柱幅, D_c : 柱せい, *1) +: 圧縮, -: 引張り

梁主筋伸びは, 梁圧縮側危険断面を不動点として歪みゲージの出力を積分して求めた。両シリーズとも梁主筋の伸び量が接合部

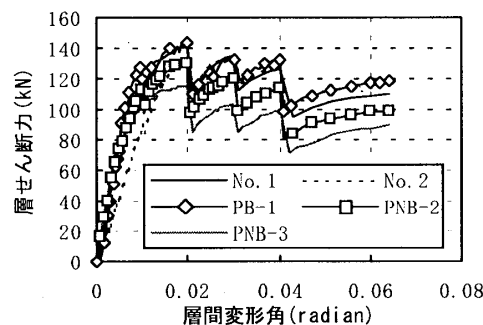


図-1 層せん断力-層間変形角関係

パネル水平変位に比べ非常に小さくなった。この梁主筋伸び量と接合部内コンクリートとの相対変位 δ により, 梁主筋にはフシ表面が押される形で付加引張り力が作用する。図-5に概念図を示す。この考えによれば主筋付着を絶縁した試験体 PNB-2 及び PNB-3 では, 付加引張り力が梁主筋に作用しない。よって試験体 PNB-3 の方法2による接合部入力せん断力は, 他の試験体と比べて方法1により求めた接合部入力せん断力に近づく結果となった。

4. 接合部入力せん断力の再評価

4.1 層せん断力ゼロ時の変形 層せん断力ゼロ時の接合部は, 入力せん断力がゼロであるためせん断変形は生じない。接合部の変形は膨張のみであるから, この時梁主筋に生じている引張り力 T_s は, 相対変位 δ による付加引張り力である(図-5参照)。ここで相対変位 δ を固定して考えた場合, 梁主筋をある力 T_s で引張り, その時のすべりが δ であった場合と等価である。図-6に実験時に行なった引抜き試験の結果を示す。しかし, 膨張している接合部のコンクリートは損傷している点が引抜き試験体とは異なる。コンクリートの損傷状態によって変動する係数 C を導入すれ

ば、付加引張り力 T_s と引抜き力 T_h との関係は(1)式で表すことができる。

$$T_s = C \cdot T_h \quad (1)$$

ここで T_s , T_h は力の次元を持つ。付加引張り力 T_s は梁危険断面に貼付された歪みゲージの値を応力変換して求め、引抜き力 T_h は相対変位 δ に対応する値を図-6より求める。よって係数 C は T_s を T_h で除すことで算出することができる。

4.2 層せん断力存在時の変形 層せん断力が存在している状態の接合部は、入力せん断力によりせん断変形しているが、同時に膨張による変形も生じている。膨張は接合部パネル内に設置した水平変位計による測定値であるから、せん断変形と分離することができる。接合部変形の内、膨張のみを分離して考えれば、層せん断力ゼロ時と同様に(1)式により、付加鉄筋力を算出できる。

4.3 膨張を考慮した接合部せん断力 (1)式で求めた付加引張り力を差し引いた真の接合部入力せん断力は(2)式のようになる。

$$V_j = \sum a_i (\alpha_i - \alpha'_i) + \sum a'_i (\alpha'_i - \alpha'_s) - V_c \quad (2)$$

ここで a_i , a'_i : 梁上端及び下端主筋断面積, α_i , α'_i : 梁危険断面の引張り鉄筋応力度, α_s , α'_s : (1)式により求めた付加引張り力 T_s を梁主筋断面積で除した値, V_c : 層せん断力である。試験体No.1, No.2及びPB-1の(2)式より求めた接合部入力せん断力を図-7に方法3として示す。いずれの試験体でも方法2で求めた値から方法1で求めた値へ近づいた。試験体No.1の方法3による値は、最終的にはわずかに低下し、試験体No.2の方法3による値は、最大層せん断力以降に緩やかに低下した。大変形時には測定値の誤差が蓄積されるため、低下率が小さい場合もある。しかし、現実には接合部入力せん断力は明確な低下傾向にあることが予測される。以上より接合部パネル中央付近のコンクリート圧壊による入力せん断力低下によって層せん断力が低下すると考える。

5. まとめ

- (1) 接合部パネル内の梁主筋伸び量と接合部パネル膨張によるコンクリート変位との間には相対変位が生じていた。この相対変位により梁主筋には引張り力が付加作用する。
- (2) 梁主筋の付加引張り力を考慮して再評価した接合部入力せん断力

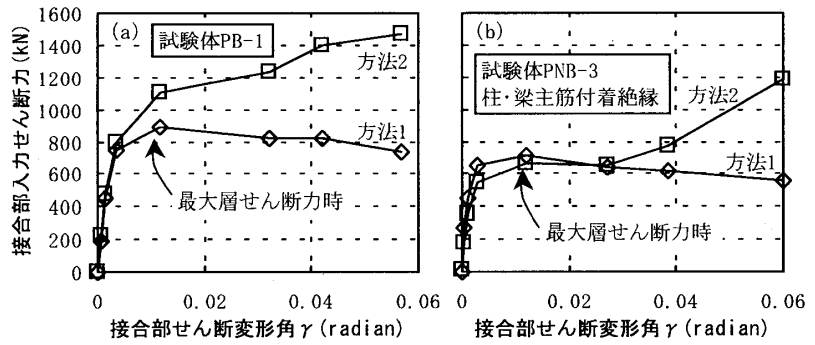


図-2 接合部入力せん断力-接合部せん断変形角関係

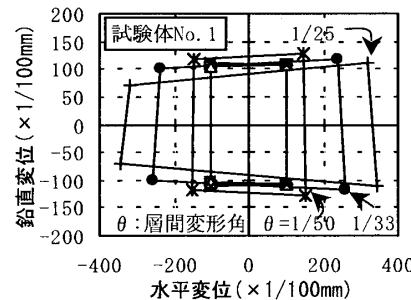


図-3 接合部パネルの変形状態

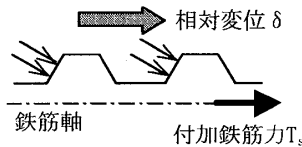


図-5 接合部膨張時の状態

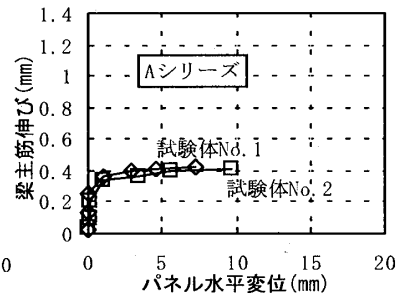


図-4 梁主筋伸び-水平変位関係

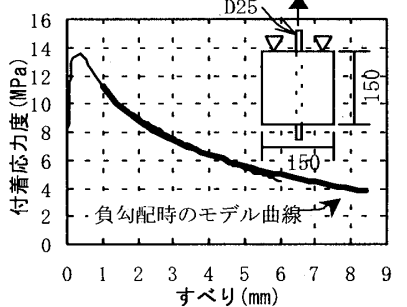


図-6 引抜き試験結果

ん断力は、最大層せん断力時以降に低下する傾向を示した。

参考文献

- 1) 森田, 北山, 小山, 細野: RC内柱梁接合部のせん断強度に及ぼす梁主筋付着と柱軸力の影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.21, pp.679-684, 1999
- 2) 田島, 北山, 奥田, 岸田: RC内柱・梁接合部の破壊と柱・梁通し筋の付着性状との関係, コンクリート工学年次論文集, Vol.22, pp.697-702, 2000

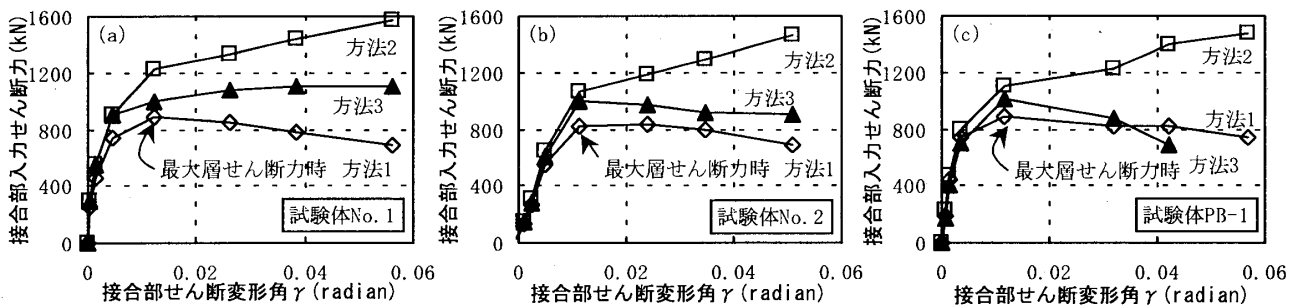


図-7 膨張を考慮した接合部入力せん断力

*1 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 博士課程 修士 (工学)
*2 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助教授・工博
*3 東京都立大学大学院工学研究科建築学専攻 助手・博士 (工学)

*1 Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., M. Eng.
*2 Assoc. Prof., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.
*3 Research Assoc., Graduate School of Engineering, Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.