

S 柱 RC 梁接合部の構造性能に関する研究(その 2)

1. はじめに

本報告は前報(その 1)に引き続き、スタッドの本数及び支圧ディテールを実験変数とした柱 S 梁 RC 接合部の構造性能について述べる。

2. 実験結果

2.1 ひび割れ状況および破壊経過

いずれの試験体も、まず RC 梁の側面の S 柱のフランジ位置に曲げひび割れが発生した。No.1, No.2, No.5 試験体では、その後、柱梁接合部にせん断ひび割れが発生したが、No.3 試験体は実験終了時においてもせん断ひび割れは発生しておらず、また、No.4 試験体は、若干せん断ひび割れが発生したが、極めて軽微であった。

最終的には、スタッドの変形が見えるようになるまで RC 梁の側面のかぶりコンクリートが剥落し、柱梁接合部の節点を中心として、スタッドにより接合された RC 梁と S 柱が剛体回転しているような破壊モードとなった。

2.2 荷重-変位関係

図-1(a), 図-1(b)に荷重-変位関係の包絡線を示す。縦軸は柱せん断力 Q_c (kN)を、横軸は層間変形角 R (rad.)を示す。

No.1, No.2, No.5 試験体は $R=15/1000$ rad.時に、No.3, No.4 試験体は $R=10/1000$ rad.時に最大耐力に達した。No.3 試験体を除き、各試験体とも最大耐力以後の急激な耐力低下はみられなかった。スタッドの本数が多くなるに従い、最大耐力は大きくなった。また、支圧ディテールによる耐力の違いを比較すると、支圧抵抗の無い No.4 試験体より No.1, No.5 試験体と最大耐力は大きくなっており、支圧面積が大きくなるに従い、最大耐力は大きくなった。

3. 終局耐力の検討

3.1 終局耐力の計算

試験体の終局耐力の計算値(柱せん断力 cQu として表す)は、柱梁接合部による耐力、S 柱による耐力および RC 梁による耐力の小さいものとした。本実験では、柱梁接合部による耐力で決定した。

柱梁接合部による耐力は、柱梁接合部の節点に対する終局曲げモーメント M_{ju} より求め、 M_{ju} はスタッドによる曲げモーメント M_{st} と支圧による曲げモーメント M_{cb} を累加することによって求めた。

$$cQu = M_{ju} / h \tag{1}$$

$$M_{ju} = M_{st} + M_{cb} \tag{2}$$

ここで、

h : 柱のピン間距離 (=2000mm)

スタッドによる曲げモーメント M_{st} は下式による。

$$M_{st} = \sum (q_{st} \cdot l_{st}) \tag{3}$$

ここで、

q_{st} : スタッド一本当たりのせん断耐力(N)

l_{st} : 柱梁接合部の節点からスタッドまでの距離(mm)

スタッド一本当たりのせん断耐力 q_{st} は、本実験では外付けフレーム耐震補強工法を対象としているため、スタッドをあと施工アンカーとみなし、文献(2)を参考にして、下式により算定した。計算値は(5)式で決まり、 $q_{st}=18.8$ kN となった。

$$q_{st} = \min(q_{st1}, q_{st2}) \tag{4}$$

$$q_{st1} = 0.7 \cdot s_c \cdot a \cdot \sigma_y \tag{5}$$

$$q_{st2} = 0.4 \cdot s_c \cdot a \cdot \sqrt{\sigma_B \cdot E_c} \tag{6}$$

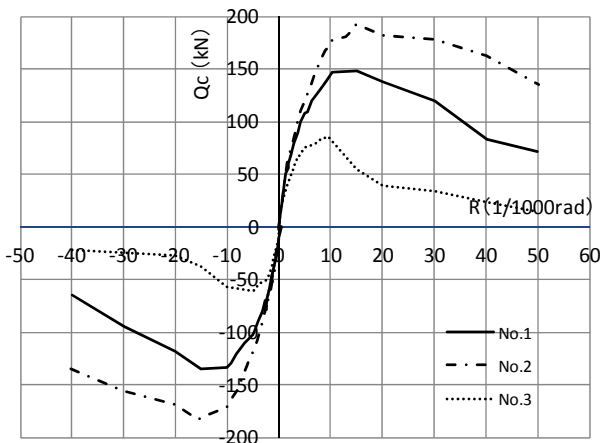


図-1(a) 試験体 No. 1, No. 2, No. 3 の包絡線の比較
(スタッド本数の違いによる比較)

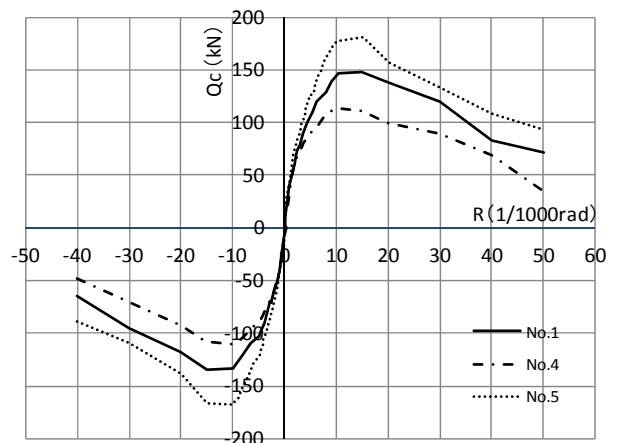


図-1(b) 試験体 No. 1, No. 4, No. 5 の包絡線の比較
(支圧ディテールによる比較)

表-1 終局耐力の実験値と計算値の比較

試験体	実験値 cQe [kN]	計算値			実/ 計
		スタッド負担 cQst [kN]	支圧負担 cQcb [kN]	cQu [kN] cQst+ cQcb	
No.1	148.5	90.2	60.2	150.4	0.99
No.2	192.2	142.5	60.2	202.7	0.95
No.3	85.5	18.2	60.2	78.4	1.09
No.4	113.0	90.2	0	90.2	1.25
No.5	181.7	90.2	123.6	213.8	0.85

・実験値は正荷重時の最大値とする

ここで、

- sc_a : スタッドの軸部断面積(mm²)
- E_c : コンクリートのヤング係数(N/mm²)
- σ_B : コンクリートの圧縮強度(N/mm²)
- σ_y : スタッドの降伏点強度(N/mm²)

また、支圧による曲げモーメント M_{cb} は、矩形の応力ブロックを仮定して下式で求めた。

$$M_{cb} = \alpha_j \cdot \sigma_B \cdot B b_f \cdot (D_c / 2)^2 + \alpha_j \cdot \sigma_B \cdot B b_f \cdot (s d / 2)^2 \quad (7)$$

ここで、

- b_f : 支圧に対する S 柱フランジの有効幅(mm)
- D_c : RC 梁の断面せい(mm)
- $s d$: S 柱の断面せい(mm)
- α_j : コンクリート圧縮強度の低減係数で、ここでは実験値との対応を図り、0.6 とした。

3.2 終局耐力の実験値と計算値の比較

図-2 に終局耐力の実験値 cQ_e とスタッドによる負担耐力計算値 cQ_{st} および支圧による負担耐力計算値 cQ_{cb} を比較したグラフを示す。グラフ中の点線および数式は各プロットされた実験値の線形近似線である。両図ともそれぞれ3体の実験値はほぼ直線に分布しており、スタッドによる耐力および支圧による耐力が精度良く得られていることがわかる。

スタッド耐力計算値の図における線形近似線の y 切片は支圧による耐力の負担分であるが、支圧負担分の計算値 70.2kN は、表-1 に示す支圧負担分の計算値 (No.1) に対して 1.16 倍であった。また、支圧による負担を除いた部分がスタッドによる負担分であるが、本実験で確認されたスタッド負担分は耐力計算値に対して、近似線の勾配は 0.86 となった。

同様に、支圧耐力計算値の図によると、線形近似線の y 切片が、スタッドによる耐力の負担分であり、残りが支圧による負担分であるが、本実験で確認された支圧負担分は耐力計算値に対して、近似線の勾配は 0.56 となった。

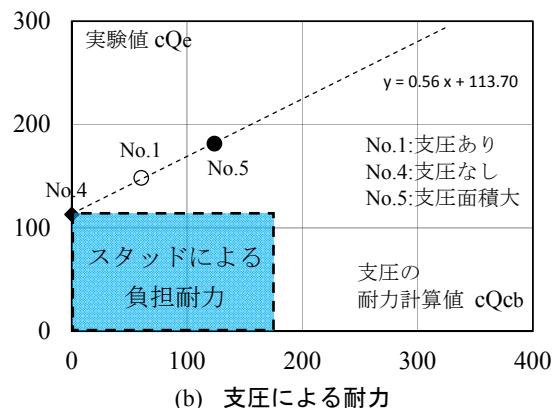
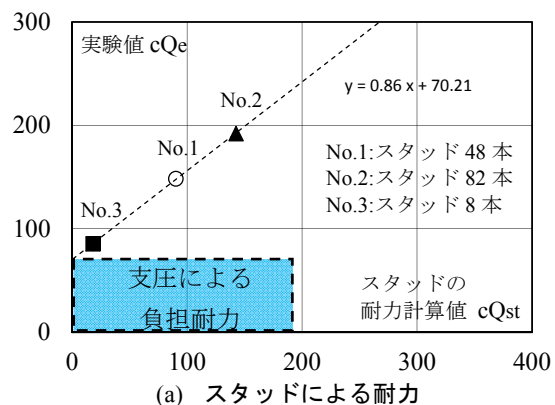


図-2 実験値と各変数による耐力計算値の比較

4. まとめ

頭付きスタッドの本数および支圧を受ける面積を実験変数とする柱 S 梁 RC 接合部の実験を行った結果、以下のことがわかった。

- (1) S 柱と RC 梁を接合するスタッドの本数が多いほど、終局耐力が増大し、また、最大耐力以後の耐力低下が緩やかな挙動を示した。
- (2) RC 梁に対する支圧面積を大きくするほど、終局耐力が大きくなることがわかった。S 柱のフランジを RC 梁のかぶり部分に埋め込んで支圧面積を大きくすることは有効であった。
- (3) 柱梁接合部の終局耐力を、柱梁接合部の節点に対する終局曲げモーメントとして、スタッドにより負担する曲げモーメントと支圧により負担する曲げモーメントを累加することによって求めた。計算値に対する実験値の比は 0.85~1.25 となり、ほぼ対応することがわかった。

5. 参考文献

- (1) 森下泰成, 野澤裕和, 奥出久人ほか: 増設した RC 梁に柱を外付けする耐震補強工法の接合部性能に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集(近畿), 構造 C, p.1329-1330, 2014.9
- (2) 日本建築防災協会; 外側耐震改修マニュアル, p.71, 2003.2

(宮内研究室)