

接合部内の柱と梁主鉄筋の鉛直・水平位置関係が鉄筋付着特性に及ぼす影響

清水建設 技術研究所 正会員 ○吉武謙二 小倉大季 土木技術本部 小川 晃

1.はじめに ラーメン高架橋では柱部材や梁部材の高耐力化により、柱梁接合部が相対的な弱点となる可能性がある。現状配筋を想定した接合部実験は極めて少ないが、吉住らは現状の配筋仕様において、かぶりの剥落により柱主鉄筋の定着性能を満足できない可能性があることを確認している¹⁾。この要因の一つとして、柱梁接合部内で柱および梁主鉄筋が交差し、あきが非常に小さくなっていることが挙げられるが、鉄筋のあきと付着特性との関係は明確ではない。本報では、接合部内に定着される柱および梁主鉄筋の付着特性を明らかにすることを目的として、梁主鉄筋と引抜き力が作用する柱主鉄筋の鉛直および水平方向の位置関係の相違に着目して引張試験を実施した。

2.実験概要 試験体および結果一覧を表-1に、試験体形状および配筋をシリーズ1の試験体No.5とシリーズ2の試験体No.6を例として図-1に示す。1つの試験体は上下に試験部を有している。引張鉄筋とは柱主鉄筋を想定した引抜き力が作用する鉄筋であり、定着鉄筋とは梁主鉄筋を想定したコンクリート内に定着した鉄筋である。シリーズ1では、図-2に示すように梁主鉄筋を柱主鉄筋位置で定着する場合を模擬し、引張鉄筋と定着鉄筋とを同一高さに配置した。異なる径(D6～D32)の定着鉄筋を用いて、柱主鉄筋と梁主鉄筋との水平あきを再現した。シリーズ2では、接合部内で鉄筋が輻輳して収まらず、梁主鉄筋を柱主鉄筋の前面に配置する場合を模擬し、引張鉄筋と定着鉄筋の鉛直芯間隔を0.5φ、1.0φ、1.5φ(φは鉄筋の呼び径)として配置した。引張鉄筋の種類はD25(ねじPC鋼棒)で、純かぶりは40mmである。引張鉄筋とコンクリートとの付着長さは500mmである。鉛直支持部材からの圧縮力が付着強度に及ぼす影響を低減するため、鉄筋端部の200mmでは付着を除去した。定着鉄筋は定着力確保のため、鉛直支持部材近傍も付着は除去しなかった。コンクリートの打設方向は引張鉄筋と平行である。

荷重は図-3のように藤井ら³⁾と同様に4本の引張鉄筋に同時に引抜き力を作用させた。計測項目は引張鉄筋の引抜き荷重と抜き出し量である。抜き出し量はコンクリート端面に対する鉄筋の相対量である(図-3)。試験時のコンクリートの圧縮強度は25N/mm²、割裂引張強度は2.5N/mm²、弾性係数は30kN/mm²である。鉄筋の材料試験結果は表-2に示す。

表-1 試験体および結果一覧

試験体名	シリーズおよび目的	定着鉄筋仕様	引張鉄筋と定着鉄筋との寸法(mm)		最大荷重(kN)	付着強度(N/mm ²)
			水平あき	鉛直芯間隔		
No.1	シリーズ1 (引張鉄筋と定着鉄筋の水平あきの影響把握)	なし	40	0	504.9	3.2
No.2		D6	17		524.0	3.3
No.3		D13	13.5		532.2	3.3
No.4		D25	7.5		545.6	3.4
No.5		D32	4		522.3	3.3
No.6	シリーズ2 (引張鉄筋と定着鉄筋の鉛直芯間隔の影響把握)	D25	7.5	12.5 (0.5φ)	418.8	2.6
No.7				25 (1.0φ)	409.0	2.6
No.8				37.5 (1.5φ)	511.5	3.2

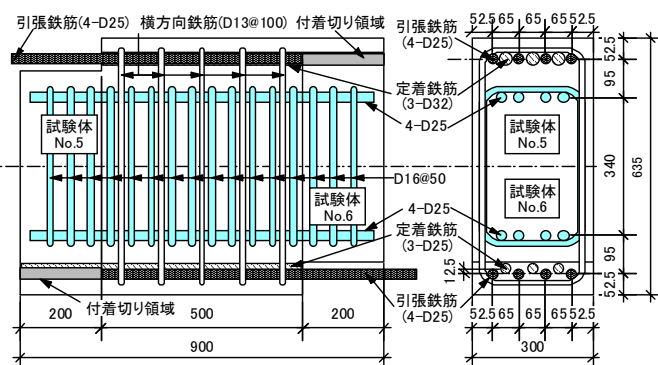


図-1 試験体の形状・寸法(上:No.5,下:No.6)

表-2 鉄筋引張試験結果

鉄筋種類	適用箇所	降伏点(N/mm ²)	弾性係数(kN/mm ²)
D25	引張鉄筋	1157	196
D6	定着鉄筋	409	183
D13	定着鉄筋 横方向鉄筋	384	182
D25	定着鉄筋	381	181
D32	定着鉄筋	375	187

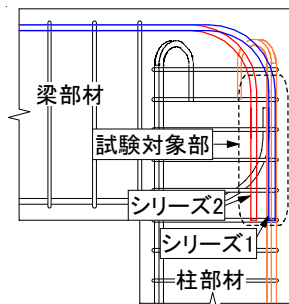


図-2 接合部配筋

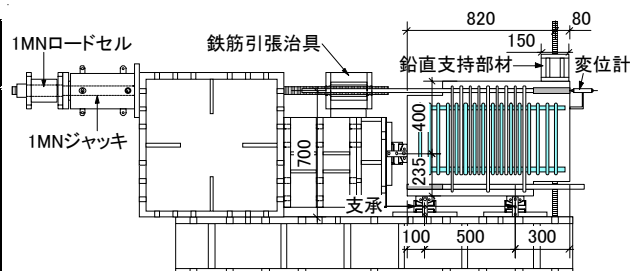
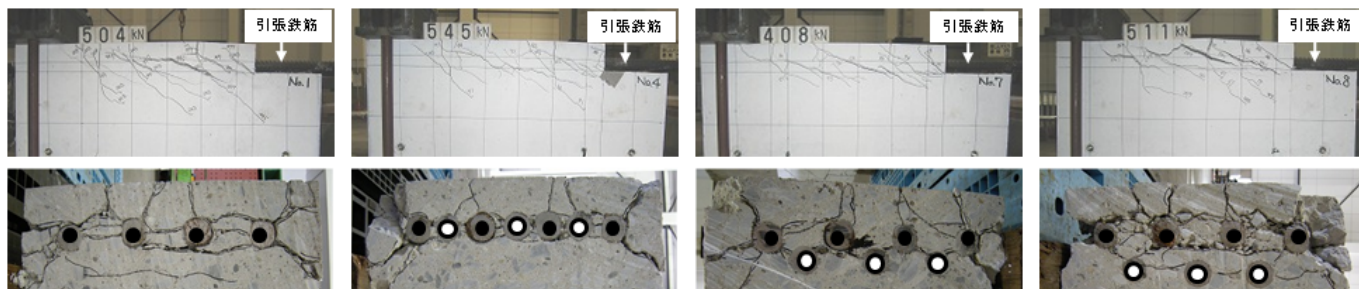


図-3 荷重装置

キーワード：付着，定着，割裂破壊，あき，接合部，高架橋

〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL 03-3820-6974 FAX 03-3820-5959



(a) No.1(定着鉄筋なし) (b) No.4(定着鉄筋 D25) (c) No.7(鉛直芯間隔 1φ) (d) No.8(鉛直芯間隔 1.5φ)
写真 - 1 試験体破壊状況(上:側面,下:断面) ●印は引張鉄筋, ○印は定着鉄筋を示す。

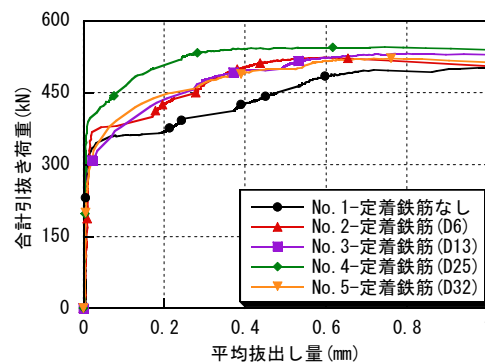
3.実験結果 試験体の破壊状況を写真-1に示す。写真下側は試験体を切断して撮影した断面である。引張鉄筋4本の合計引抜き荷重と引張鉄筋の平均拔出し量を図-4に示す。いずれの試験体も100~150kNでひび割れが発生し、350~400kNで急激にひび割れが進展し、拔出し量が増加した。いずれの試験体もサイドスプリットモードの破壊パターンであり、試験部が上下に割り裂け荷重が低下した。コンクリートの割裂面は引張鉄筋と定着鉄筋の鉛直芯間隔が0.5φ, 1.0φの場合のみ、写真-1(c)のように引張鉄筋底面と定着鉄筋上面に沿って、それ以外の試験体では引張鉄筋の上下面に沿って形成された。

付着強度と水平あきおよび鉛直芯間隔との関係をそれぞれ図-5, 図-6に示す。付着強度は引張鉄筋4本の最大引張荷重を引張鉄筋の周長, 付着長さ, 鉄筋本数で除した値である。図内に併記した設計付着強度 f_{bod} は文献2)を基に, かぶりや横方向鉄筋などの影響(α_b)を考慮して算定した値である。引張鉄筋と定着鉄筋を同一高さに配置した場合, 定着鉄筋のない試験体No.1と比較して付着強度が5%程度向上した。これは引張鉄筋と定着鉄筋が重ね継手として挙動し, 引抜き抵抗が増加したためであると考えられる。一方, 鉛直芯間隔が0.5φ, 1.0φの場合は, 鉛直芯間隔がゼロの試験体No.4と比較して付着強度が25%程度低下し, 材料係数 $\gamma_c=1.0$ とした場合の設計付着強度を下回った。鉛直芯間隔が1.5φの場合は割裂面が引張鉄筋に沿って形成され, 付着強度の低下が見られなかった。よって, 鉛直芯間隔が0.5φ, 1.0φの場合の付着強度の低下は, 定着鉄筋により割裂面が形成され易くなり, 引抜き抵抗が低下したためであると考えられる。

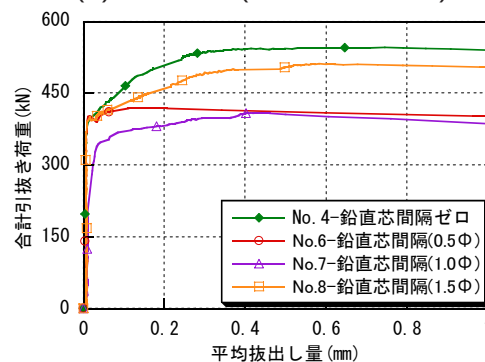
4.まとめ 接合部内における柱および梁主鉄筋の付着特性を明らかにするため, 梁主鉄筋を想定した定着鉄筋と柱主鉄筋を想定した引張鉄筋の水平あきと鉛直芯間隔に着目した引張試験を実施した。

その結果, 定着鉄筋を引張鉄筋と同一高さに設置した場合, 水平あきが4mmの場合においても付着強度が5%程度向上すること, 定着鉄筋と引張鉄筋の鉛直芯間隔が0.5φ, 1.0φの場合は, 割裂面が変化し付着強度が25%程度低下することが明らかになった。今後の課題として実構造物と同様に引張鉄筋に正負交番荷重が作用した場合の付着特性の把握や接合部実験による柱部材や梁部材を含めた接合部の挙動把握が挙げられる。

参考文献 1)吉住陽行ら:RCラーメン高架橋の柱梁接合部における柱軸方向鉄筋の定着性能に関する実験的検討, 第64回土木学会年次学術講演会, V-500, pp.997-998, 2009.9, 2)鉄道総合技術研究所:鉄道構造物等設計標準・同解説コンクリート構造物, 丸善, 2004.4, 3)藤井栄ら:異形鉄筋の付着強度に関する研究(第1報), 日本建築学会論文報告集, 第319号, pp.47-55, 1982.9



(a)シリーズ1(水平あきの影響)



(b)シリーズ2(鉛直芯間隔の影響)

図-4 引抜き荷重 - 拔出し量関係

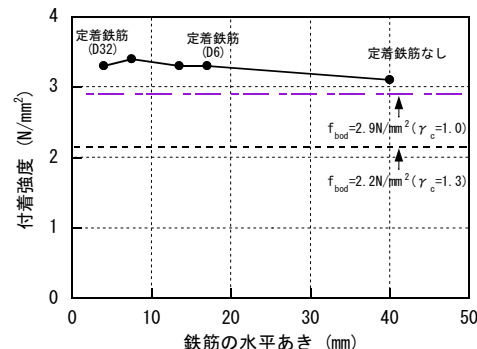


図-5 付着強度 - 水平あき関係

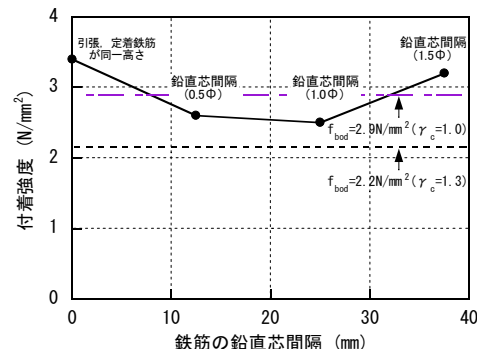


図-6 付着強度 - 鉛直芯間隔関係