

鉄筋コンクリート部材にあと施工した鉄筋に関する引抜き試験

メトロ開発 正会員 水上 博之 東京地下鉄 正会員 新井 泰
 安藤ハザマ 正会員 ○ 澤田 純之 安藤ハザマ 正会員 西村 毅
 安藤ハザマ 正会員 安藤ハザマ 正会員 村上 祐治

1. はじめに

本試験では、鉄筋コンクリート部材を母材としてあと施工で埋込んだ鉄筋の引抜きに関する基礎データ収集を目的に、数種類の母材に対して埋込み長およびへりあき長さをパラメータとした単体・群体の引抜き試験を実施した。

2. 試験概要

表1に、試験ケースの一覧を示す。試験ケース名は各パラメータを示し、試験方法(単体, 群体引抜き試験), 母材強度(目標強度, 18, 24, 60N/mm²), 鉄筋の埋込み長(15D, 20D, D: 鉄筋の呼び径), およびへりあき長さ(無し, 75, 150mm)を示している。図1に、鉄筋コンクリート母材の配筋図を示す。図中には、引抜き鉄筋の施工位置およびそのコーン破壊面の一例を併記している。引抜き鉄筋の施工位置は、隣接する引抜き鉄筋のコーン破壊面が可能な限り重ならないように配置した。引抜き鉄筋は所定の深さまで削

表1 試験ケース一覧

ケース名	試験方法	母材目標強度 (圧縮強度) (MPa)	埋込み 深さ (mm)	へり あき (mm)
S/G18-15D-N	単体 / 群体	18.0 (28.2)	285	—
S/G18-15D-E75				75
S/G18-15D-E150				150
S/G18-20D-N			380	—
S/G18-20D-E75				75
S/G18-20D-E150				150
S/G24-15D-N		24.0 (31.8)	285	—
S/G24-15D-E75				75
S/G24-15D-E150				150
S/G24-20D-N			380	—
S/G24-20D-E75				75
S/G24-20D-E150				150
S/G60-15D-N		60.0 (87.4)	285	—
S/G60-15D-E75				75
S/G60-15D-E150				150
S/G60-20D-N			380	—
S/G60-20D-E75				75
S/G60-20D-E150				150

孔した孔に無機系の接着剤を充填し、その孔に挿入して施工した。引抜き鉄筋にはD19のねじ節鉄筋を使用し、施工は実施工を想定し、施工面を鉛直にして横

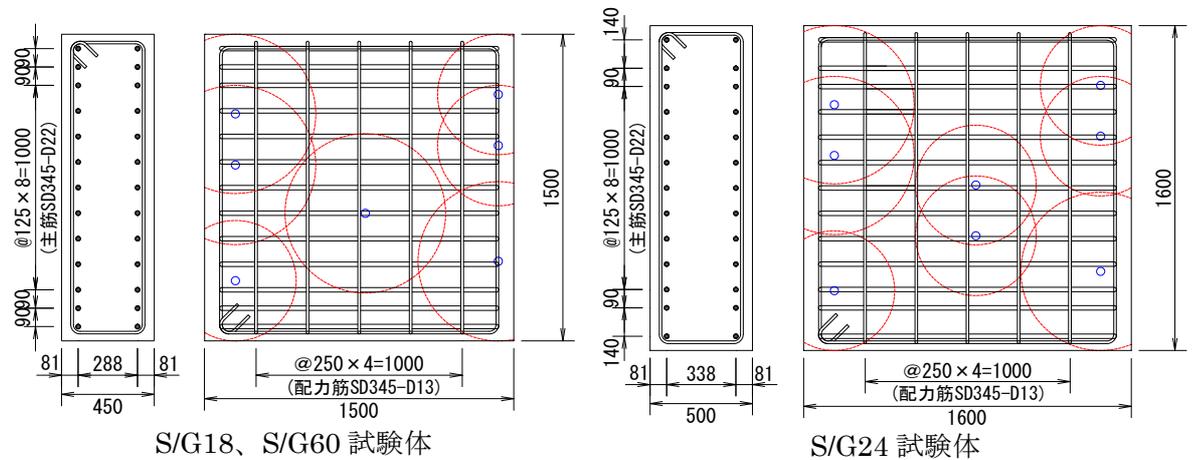


図1 母材配筋図、引抜き鉄筋位置およびコーン破壊面の例

向きに実施した。引抜き鉄筋の降伏荷重は105.9kN、引張り強さは167.8kNである。表2に、母材コンクリートおよび接着剤の材料特性値を示す。

試験は、母材上に鋼製の支持架台をコーン破壊面に掛からないように設置し、油圧ジャッキを用いて実施した。試験は1本の鉄筋を引抜く単体引抜き試験および2本の鉄筋を同時に引抜く群体引抜き試験を実施した。

表2 試験ケース一覧

ケース	コンクリート(母材)			無機系接着剤		
	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (N/mm ²)
S/G18	28.2	2.43	23.9	53.9	5.88	22.3
S/G24	31.8	3.07	23.1	65.6	4.13	23.0
S/G60	87.4	4.75	37.1	53.9	5.88	22.3

キーワード 単体引抜き試験, 群体引抜き試験, 母材強度, 埋込み長, へりあき

連絡先 〒305-0822 茨城県つくば市荻間 515-1 安藤ハザマ技術研究所 TEL029-858-8813

3. 試験結果および考察

図2に、引抜き試験の荷重-変位関係を示す。図ではS/G24のへりあき長さの異なる試験結果を比較している。荷重-変位関係の性状は載荷方法に関わらず、全ケースで同様であった。すなわち、載荷初期から引張り鉄筋降伏まで直線的に荷重、変位が増加し、鉄筋の降伏荷重程度で剛性勾配が低下、鉄筋の引張り強さに漸近するように増加し、最大荷重に到達後、急激な荷重低下に至っている。単体試験の結果では荷重低下後に最大荷重の半分程度の耐力を保持した状態で推移している。この破壊形態を付着すべりと定義した。

表3に、試験結果一覧を示す。本試験では、母材強度、埋込み長、へりあき長さに関わらず、全ケースで引張り鉄筋の降伏を確認している。また、最大荷重についてはG24-15D-E75を除いて、157.6～177.0kNを示し、鉄筋の引張り強さ程度まで耐力が確保されている。G24-15D-E75の結果は、図2の荷重-変位関係からも分るように、へりあき無しおよびへりあき150mmのケースに比較して小さい荷重、変位で急激な荷重低下が見られる。写真1に、G24-15D-E75とG24-20D-E75の引抜き試験終了後のコンクリート表面の状況を示している。写真よりG24-15D-E75の破壊状況は引抜き鉄筋位置から母材のへりにかけてコンクリートの割裂破壊が発生している。一方G24-20D-E75では、同様のひび割れも見られるがコーン破壊の性状も見られる。この破壊はへりあき部の側面まで顕在化していないため、母材のかぶり部の破壊と考えられる。埋込み長さの違いにより耐力、表面の破壊性状が異なることから、母材に配置された鉄筋以深の埋込み深さが影響していると推察される。

表3に、試験結果一覧を示す。

本試験では、母材強度、埋込み長、へりあき長さに関わらず、全ケースで引張り鉄筋の降伏を確認している。また、最大荷重についてはG24-15D-E75を除いて、157.6～177.0kNを示し、鉄筋の引張り強さ程度まで耐力が確保されている。G24-15D-E75の結果は、図2の荷重-変位関係からも分るように、へりあき無しおよびへりあき150mmのケースに比較して小さい荷重、変位で急激な荷重低下が見られる。写真1に、G24-15D-E75とG24-20D-E75の引抜き試験終了後のコンクリート表面の状況を示している。写真よりG24-15D-E75の破壊状況は引抜き鉄筋位置から母材のへりにかけてコンクリートの割裂破壊が発生している。一方G24-20D-E75では、同様のひび割れも見られるがコーン破壊の性状も見られる。この破壊はへりあき部の側面まで顕在化していないため、母材のかぶり部の破壊と考えられる。埋込み長さの違いにより耐力、表面の破壊性状が異なることから、母材に配置された鉄筋以深の埋込み深さが影響していると推察される。

4. まとめ

本試験の範囲内で得られた結果をまとめると以下の通りである。

- 1) 破壊モードは引張り鉄筋の降伏により終局に至る。
- 2) 母材強度、埋込み長、へりあき長さおよび試験方法に関わらず荷重-変位曲線は同様であり、引張り強さ程度まで定着が保持される。
- 3) へりあき長さが小さい場合には母材内部に配置された鉄筋の考慮が必要となる。
- 4) 荷重低下後も破壊形態が付着すべり状態の場合には、最大荷重の1/2程度の耐力を期待できる。

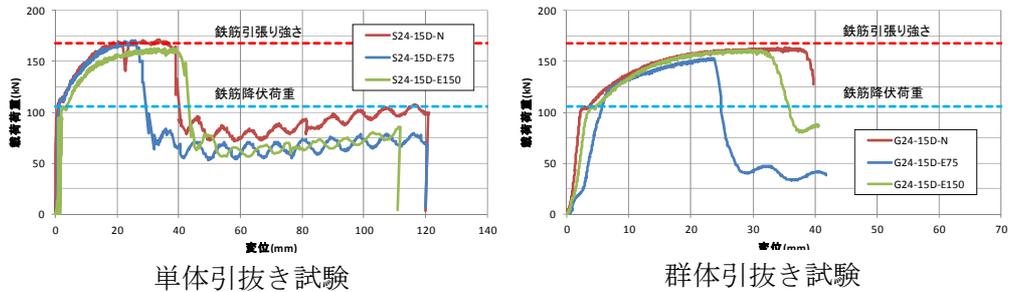


図2 荷重-変位関係 (へりあき長さの比較)

表3 試験結果一覧

単体引抜き試験				群体引抜き試験			
ケース名	最大荷重 (kN)	最大荷重時変位 (mm)	破壊形態	ケース名	最大荷重 (kN)	最大荷重時変位 (mm)	破壊形態
S18-15D-N	161.2	26.9	付着すべり	G18-15D-N	159.0	27.3	付着すべり
S18-15D-E75	161.9	31.0	付着すべり	G18-15D-E75	158.6	31.1	付着すべり
S18-15D-E150	168.4	42.1	付着すべり	G18-15D-E150	161.7	31.2	付着すべり
S18-20D-N	168.2	41.7	鉄筋破断	G18-20D-N	159.6	33.7	—
S18-20D-E75	162.4	28.2	付着すべり	G18-20D-E75	161.3	37.3	—
S18-20D-E150	166.1	32.5	付着すべり	G18-20D-E150	161.1	33.0	—
S24-15D-N	171.3	33.8	付着すべり	G24-15D-N	163.2	35.1	付着すべり
S24-15D-E75	170.5	25.3	付着すべり	G24-15D-E75	115.2	10.7	付着すべり
S24-15D-E150	162.7	38.6	付着すべり	G24-15D-E150	161.4	29.4	付着すべり
S24-20D-N	159.1	32.6	付着すべり	G24-20D-N	162.9	40.4	—
S24-20D-E75	166.2	37.1	付着すべり	G24-20D-E75	157.6	30.7	—
S24-20D-E150	177.0	43.1	付着すべり	G24-20D-E150	161.2	32.8	—
S60-15D-N	164.8	31.2	付着すべり	G60-15D-N	161.4	35.7	付着すべり
S60-15D-E75	161.9	31.0	付着すべり	G60-15D-E75	160.7	27.4	付着すべり
S60-15D-E150	162.8	28.0	付着すべり	G60-15D-E150	166.0	37.3	付着すべり
S60-20D-N	164.6	31.9	付着すべり	G60-20D-N	160.4	35.2	付着すべり
S60-20D-E75	165.6	41.3	鉄筋破断	G60-20D-E75	162.1	41.0	—
S60-20D-E150	163.8	35.8	付着すべり	G60-20D-E150	162.9	39.7	—

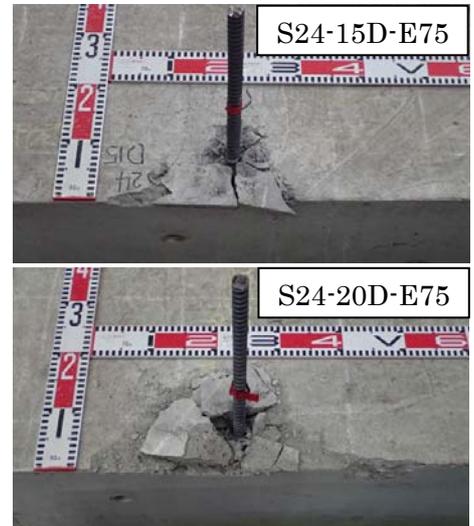


写真1 引抜き試験終了後の状況