

論文 接着系あと施工アンカーの塑性域での付着応力度分布と定着性能

酒井 裕基*1・千葉 翔太*2・中野 克彦*3・松沢 晃一*4

要旨: 本論文は、接着系あと施工アンカーの塑性域における付着応力度分布が鉄筋コンクリート部材への定着性能に及ぼす影響を調べたものである。実験は埋込み長さ $40d_a$ 程度の長尺あと施工アンカーの全塑性域での伸び能力を確保するために付着応力度分布を付着強度の異なる無機系接着剤を層状に固着し制御するための引抜き実験（シリーズ A）と鉄骨造露出柱脚のアンカーボルトへの適用性を調べる実験（シリーズ B）である。結果として、接着系あと施工アンカーの付着応力度分布を制御する手法の可能性を示し、一例として鉄骨造露出柱脚へ適用できることを確認し、使用にあたっての留意事項を示した。

キーワード: 接着系あと施工アンカー, 直線定着, 歪み度分布, 付着応力度分布, 露出柱脚

1. はじめに

接着系あと施工アンカー（以下接着系アンカー）は、主として耐震補強工事における新旧構造躯体の接合用として、あるいは設備機器の鉄筋コンクリート（以下 RC と略記）部材への取付け用に使用されている。2022年3月31日の建築基準法に関する国交省告示第1024号の一部改正により、接着系アンカー（注入式カートリッジ型）を建築物の主要構造部材に用いることができることとなった。今後、既存建築物の増改築や新築建築物の主筋の定着やプレストレスコンクリート造の緊張に接着系アンカーが用いられる可能性がある。

しかし、現状の接着系アンカーは短い定着長さで定着力を確保することを開発目標としているため、一般的な RC 構造の普通強度の鉄筋とコンクリートの付着強度である 10 N/mm^2 程度の $1.5\sim 3$ 倍程度の $15\sim 30\text{ N/mm}^2$ の付着強度を有している。図-1 にビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、モルタル（無機系）を用いた接着系アンカーの付着応力度と伸び出し量の関係を示す¹⁾。図-2 に接着系アンカーの応力伝達の一例²⁾を示す。900×900×1260 mm の RC 角柱体に、埋込み長さ $40d_a$ (d_a : アンカー筋径) にて、エポキシ系樹脂により固着した接着系アンカー

（アンカー筋: M24, SNR490B）を引き抜いたときの軸応力度分布である。破線はロードセルで測定した軸応力度で 25 N/mm^2 間隔であり実線は 100 N/mm^2 間隔である。エポキシ樹脂の付着強度および剛性が高いことから図-2(b) に示す軸応力度分布が孔口部分で大きくなっている為、歪みが集中し、孔口から $10d_a$ 程度の範囲で抵抗していることがわかる。こうした応力集中による脆性的な破壊を抑制すべく付着応力度分布の制御を目的とした実験的研究を実施した。

接着系アンカーを増改築・新築に構造用として利用を推進するには、接着系アンカーを固着する RC 部材に働く応力状態（引張応力場・圧縮応力場）や RC 部材にアンカーの耐力発揮時に生じさせる応力状態および損傷状態から影響される部材としての構造性能の把握が必要となる。本研究はシリーズ A 実験で定着長の長い接着系アンカー（長尺あと施工アンカー）に塑性域での伸び能力が必要な場合を想定し、伸び能力を確保するための付着応力度分布を付着強度の異なる無機系接着剤を層状に固着し制御する手法を示すことを目的とする。またシリーズ B 実験で付着応力度分布制御を適用した一例として、鉄骨造の露出柱脚の基礎 (RC 造部分) のアンカーボルト

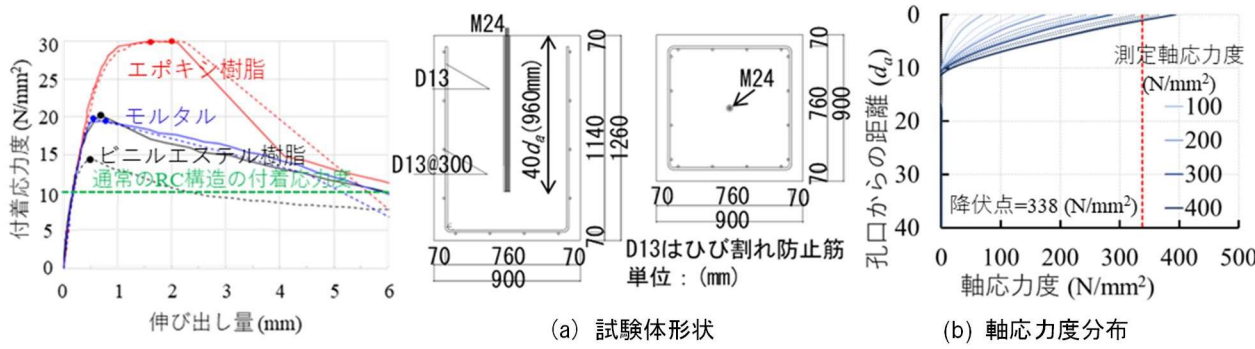


図-1 接着系アンカーの付着特性例¹⁾

図-2 接着系アンカーの応力伝達一例²⁾

*1 千葉工業大学 大学院博士後期課程 (正会員)
 *2 千葉工業大学 大学院博士前期課程 (正会員)
 *3 千葉工業大学 創造工学部建築学科教授 博士 (工学) (正会員)
 *4 建築研究所 博士 (工学) (正会員)

に長尺あと施工アンカーを用いた部材実験を実施し、耐力、変形性能、破壊状況、付着応力度分布を把握した。

2. 実験概要

2.1 シリーズ A の実験計画

埋込み長さ $40d_a$ 程度の長尺あと施工アンカーの母材コンクリート中のアンカー筋の全塑性域での伸び能力を確保するために、付着応力度分布を制御するための実験である。

(1) シリーズ A の試験体

図-3 に試験体形状として、長尺あと施工アンカーの施工位置、埋込み長さおよび接着剤の組合せを示す。アンカー筋を施工するコンクリート母材は、図-3 に示す $900 \times 900 \times 1260$ mm の直方体であり、施工は小口面 (900×900 mm) に下向きで行い、穿孔には湿式ダイヤモンドコアドリルを用いた。穿孔位置は図-3(a) に示す 4 箇所とし、穿孔径 $\phi 52$ mm (実径 $\phi 52.1$ mm)、穿孔長さ 1000 mm とした。

付着応力度分布を制御する為に接着剤は付着強度 τ_b の異なる無機系接着剤 (以下、グラウトと呼ぶ) 4 種、及び、有機系エポキシ樹脂 (以下、エポキシと呼ぶ) を用いた。試験体は接着剤をグラウトとしアンボンド区間を $15d_a$ 、アンカー筋の定着を $25d_a$ ($\tau_b = 20$) とした試験体 II を基準とした。アンボンド区間の比較のために I3, I4 を設け、それぞれ定着部の表層を $\tau_b = 5$ と低い付着強度のグラウトとしている。また、接着剤の比較のために II の接着剤をエポキシとした O1 を設けた。

アンカー筋の材料強度を表-1 に示す。試験体のアンカー筋は、異形鉄筋 D25 (SD345 ねじ筋) 及び寸切ボルト M24 (SNR490B) を用いた。表-2 にグラウトの材料試験結果を示す。グラウトの付着強度は後に記述する D16(ねじ筋)をアンカー筋として用いた埋込み長さ $7d_a$ 付着実験から得られた式(1)を用いて推定している。エポキシは既報 [1] に示す材料試験結果を用いた。試験体の実験時のコンクリート母体の圧縮強度は 44.8 N/mm² であった。

図-4 に埋込み長さ $7d_a$ 付着実験(D16 ねじ筋)の総括を示す。図-4(a) 中に示すグラウトの目標の付着強度はそれぞれ 5, 10, 15, 20 N/mm² とし、水セメント比によって調整した。アンカー筋は D16(ねじ筋)を用い、埋込み長さは $7d_a$ 、穿孔径は $\phi 30$ mm とし、各グラウト 3 体ずつ付着強度を確認した。载荷はセンターホールジャッキによる自己反力型単調载荷とし、躯体表面から約 50 mm の位置でアンカー筋の伸び出し量を計測した (図-4(b))。試験は拘束板によりコーン状破壊を抑制した状態で行った。図-4(c) に付着応力度 (τ) と伸び出し量の関係を示す。4 種類のグラウトの付着強度 (τ_b) の平均はそれぞれ 4.5, 7.8,

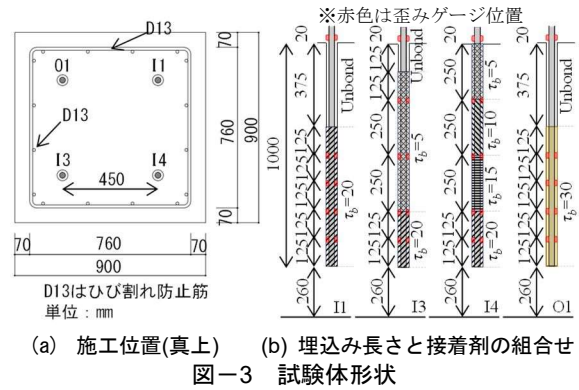


表-1 アンカー筋の材料強度 (シリーズ A)

アンカー筋	降伏点 [N/mm ²]	引張強さ [N/mm ²]	ヤング係数 [$\times 10^4$ N/mm ²]	降伏ひずみ度 [μ]	伸び [%]
D25 (SD345)	385	572	1.96	1962	25.5
M24 (SNR490B)	356	565	1.98	1799	26.0

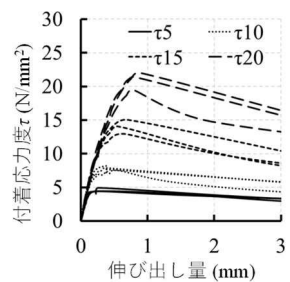
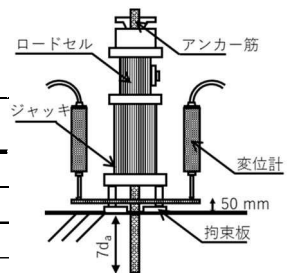
表-2 グラウトの材料強度 (シリーズ A)

記号	圧縮強度 [N/mm ²]	ヤング係数 [N/mm ²]	付着強度 [N/mm ²]
$\tau_b = 5$ (グラウト)	21.4	1.03×10^4	5.81
$\tau_b = 10$ (グラウト)	32.9	1.45×10^4	10.4
$\tau_b = 15$ (グラウト)	46.2	1.80×10^4	16.7
$\tau_b = 20$ (グラウト)	61.4	2.06×10^4	24.9
$\tau_b = 30$ (エポキシ)	-	-	30.0

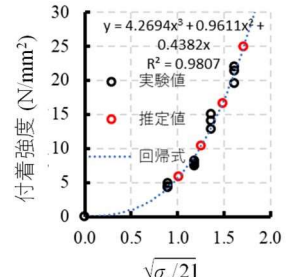
(a) グラウトの力学的特性

(D16 付着実験)

圧縮強度 [N/mm ²]	ヤング係数 [10^4 N/mm ²]	付着強度 [N/mm ²]
16.9	1.08	4.5
29.1	1.46	7.8
38.9	1.69	13.9
54.8	2.06	20.9



(b) 加力装置



(c) τ と伸び出し量の関係 (d) 付着強度と圧縮強度の関係
図-4 埋込み長さ $7d_a$ 付着実験(D16 ねじ筋)の総括

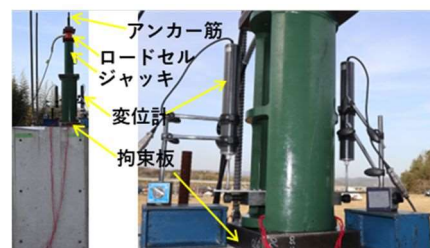


図-5 加力・測定状況 (シリーズ A)

13.9, 20.9 N/mm² となり、概ね目標値と合致した。図-4(d)中に示す付着強度と圧縮強度(σ_c)の関係から、回帰式(1)式を求めた。

$$\tau_b = 4.269x^3 + 0.9611x^2 + 0.4382x \quad (1)$$

ここで、 $x = \sqrt{\sigma_g/21}$

(2) シリーズ A の加力・測定

図-5に加力・測定状況を示す。加力は、コンクリートのコーン状破壊を抑制するために、250×250×50 mm の角鋼板の中心に直径 70 mm の穴の空いた拘束板を設け、センターホールジャッキにより自己反力型で行った。

荷重はロードセルにより、アンカー筋の伸び量はコンクリート表面から 120 mm の位置に取り付けた変位プレート の左右 2 点に設置した変位計により、歪み度はアンカー筋に図-3(b)に示す位置の表裏に 1 枚ずつ貼り付けた歪みゲージにより計測した。M22(寸切ボルト)は、歪みゲージを貼り付けるために 2 面を平滑に削り出してあり、断面積にして約 5%の欠損が生じていることから、334.5 mm²として評価した。D25(ねじ筋)は歪みゲージ貼り付けによる断面欠損は生じていない。

载荷サイクルは II 試験体のアンカー筋の降伏時の伸び量 δ_y を基準とした変位制御で行い、目標変位 $2\delta_y$ (2.6 mm), $4\delta_y$ (5.2 mm), $8\delta_y$ (10.4 mm), $16\delta_y$ (20.8 mm)を 2 回ずつとし、最終サイクルは荷重制御とし、アンカー筋の軸応力度が引張強度の 90%となる荷重(以下 $0.9P_u$)まで载荷した。

2.2 シリーズ A の実験結果

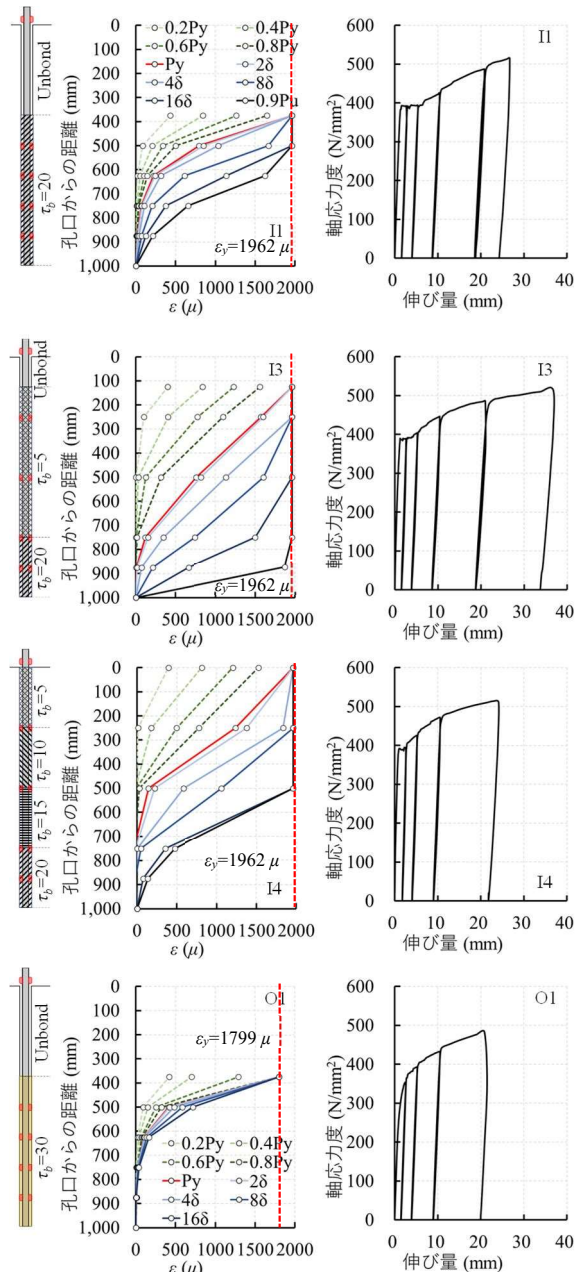
(1) 軸応力度とアンカー筋の伸び量

軸応力度と伸び量 (2 点で計測した値の平均値) の関係を図-6(c)に示す。II, I3, I4 を比べると、降伏時 (以下、 P_y 時) の伸び量は II が最も大きく、II に比べ I3 は 20%、I4 は 40%小さくなっており、アンボンド区間が長いほど降伏時の伸び量が大きくなった。また、最終サイクルの $0.9P_u$ 時では I3 の伸び量が最も大きく、II, I4 は同程度となった。

II と O1 を比べると、 P_y 時はエポキシの方が、 $0.9P_u$ 時にはグラウトの方が伸び量が大きくなった。

(2) 歪み度分布

歪み度分布を図-6(b)に示す。歪み度はアンカー筋の表裏に貼り付けた歪みゲージの計測値の平均値とし $0.2P_y, 0.4P_y, 0.6P_y, 0.8P_y, P_y, 2\delta_y, 4\delta_y, 8\delta_y, 16\delta_y, 0.9P_u$ に最初に達した際の結果をプロットした。また、歪み度を計測していないアンカー筋の先端位置 ($40d_a$) の歪み度は 0 とし仮定し、アンカー筋が降伏歪み度に達した場合、歪み度は表-1 に示す降伏ひずみ度と仮定した。孔口およびアンボンド区間の歪み度はコンクリート表面から 20 mm 突出した位置に貼り付けた歪みゲージの測定値と仮定した。図中の歪み度分布の Y 軸に対する傾きはヤング係数



(a) 注入形式 (b) 歪み度分布図 (c) 軸応力度と伸び量の関係
図-6 接着剤の注入形式とアンカー筋の定着性能

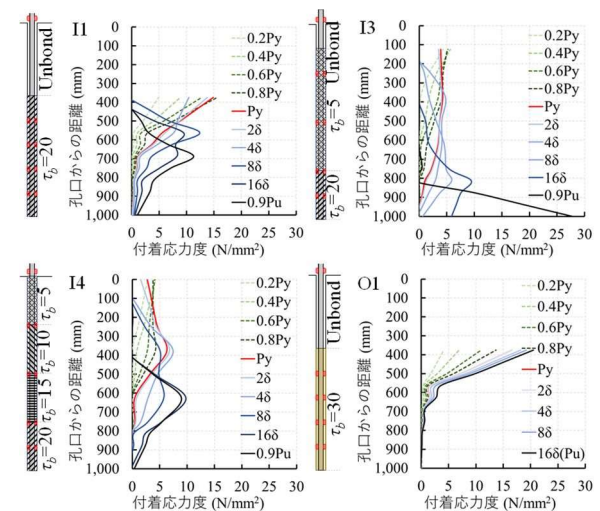


図-7 付着応力度分布の変化

を乗じて軸応力度となるのでアンカー筋の付着力と考える。なお、O1 は $16\delta_y$ 時の荷重が概ね $0.9P_u$ となったため、 $0.9P_u$ のサイクルを省略している。

II, I3, I4 を比べると、 $\tau_b=5$ の区間が長い I3 が早期に歪み度が深部に伸展している。これに比べ I4 は $\tau_b=5$ の区間が短いため、深部への伸展が I3 に比べて遅くなっている。II は $\tau_b=20$ の区間が長いので、I3, I4 に比べて深部への伸展も遅く、 $16\delta_y$ まで表層部の付着抵抗も喪失していない。

II, O1 を比べると、エポキシの付着応力度が大きいことから、より表層部で荷重に抵抗しており、深部への伸展が緩やかとなっている。

(3) 付着応力度分布

図-7 に付着応力度分布を示す。付着応力度の移行を再現するために付着応力度分布を連続関数で表した³⁾。軸応力度は図-3 に示した歪みゲージの値より算出し、自由端では 0 と仮定した。

II は定着部に高い付着特性 $\tau_b=20$ を有しており、 P_y 時まで付着力伝達区間が定着部の上部に集中している。変形の増大に伴い、付着力が徐々にアンカー筋深部へ伝達されていることがわかる。

I3 は P_y 時に付着力伝達区間が定着部の上部に集中しているが、定着部の下部に付着力の伝達が見られる。変形の増大に伴い、付着力が徐々にアンカー筋下部へ伝達され、 $\tau_b=5$ 区間は最大付着応力度が材料試験から得られた付着強度である 5 N/mm^2 程度に抑えられている。 $\tau_b=5$ 区間の付着力の損失後、 $\tau_b=20$ 区間の付着力で抵抗している。

I4 は各区間で異なる付着特性を有しており、グラウトの付着強度を変化させることにより、変形の増大に伴い付着力伝達区間をコントロールできていることがわかる。

O1 は II よりも高い付着特性 $\tau_b=30$ を有しており、最終サイクル $0.9P_u$ 時まで最大付着強度まで至らず、定着部の上部に付着力伝達区間が集中している。

2.3 シリーズ B の実験計画

(1) シリーズ B の試験体

シリーズ B では、シリーズ A で示した長尺接着系アンカーの付着応力度分布を適用する一例として、鉄骨造露出柱脚に用いることを試みた。鉄骨造露出柱脚の塑性変形能力を左右する重要な要因はアンカーボルトの伸び能力である。ここでは、埋込み表層部に応力伝達が集中する付着特性を有する接着系アンカーがアンカーボルトの伸び能力に及ぼす影響、および、シリーズ A で示した長尺接着系アンカーにおける付着応力度の制御パターンから、鉄骨造露出柱脚のアンカーボルトへの適用性を検討する。表-3 に試験体一覧、図-8 に加力状況、図-9 に形状・寸法を示す。実験要因は長尺接着系アンカーの接着剤 2 種

表-3 試験体一覧

試験体	アンカー筋	l_e [mm]	接着剤
No.1	M22 SNR490B(寸切りボルト)	665 ($30d_a$)	エポキシ系樹脂
No.2	M22 SNR490B(寸切りボルト)	380 ($17d_a$)	エポキシ系樹脂
No.3	D19 SD490(ねじ筋)	665 ($35d_a$)	グラウト
No.4	D19 SD490(ねじ筋)	665 ($35d_a$)	グラウト

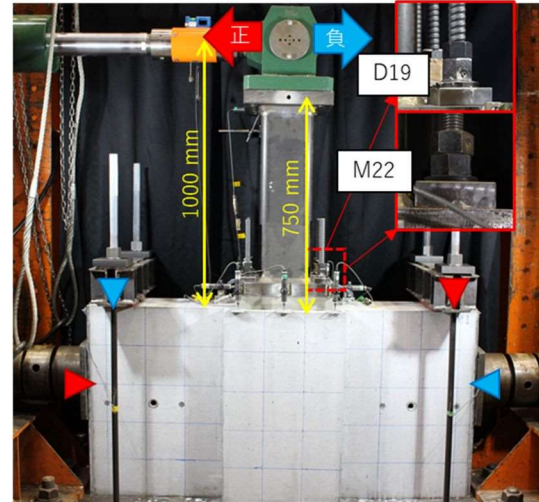


図-8 加力状況 (シリーズ B)

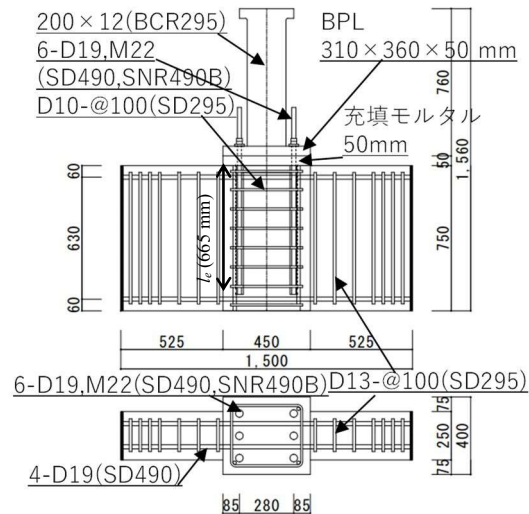


図-9 形状・寸法

表-4 アンカー筋の材料強度 (シリーズ B)

径	材種	断面積 mm ²	降伏点 N/mm ²	引張強さ N/mm ²	ヤング係数 N/mm ²	降伏歪み μ	伸び %
D19	SD490	287	528	678	1.93×10^5	2740	18.3
M22	SNR490B	295 ^{*1}	347	536	1.99×10^5	1740	21.7

*1 表裏 2 枚のゲージ貼付のために全長にわたり切削。

類 (エポキシ系樹脂, グラウト), 有効埋込み長さ l_e 2 水準 ($l_e=665\text{mm}, 380\text{mm}$: 図-9 参照), および付着応力度分布である。

表-3 に示す No.1, 2 は全長にわたりシリーズ A と同じ $\tau_b=30 \text{ N/mm}^2$ 程度のエポキシ系樹脂で固着しており、アンカー筋は M22SNR490B(寸切りボルト)を用いている。No.3 は全長にわたり $\tau_b=20 \text{ N/mm}^2$ 程度のグラウトで固着

しており、アンカー筋は D19SD490(ねじ筋)を用いている。No.1, 2, 3 は付着力を伝達する区間が埋込み表層部の狭い区間に集中することを意図している。

No.4 は、孔口から $25d_a$ 区間を $t_b = 5 \text{ N/mm}^2$ 程度、残りの $10d_a$ 区間を $t_b = 20 \text{ N/mm}^2$ 程度のグラウトを用いており、付着強度の低い区間では従来の露出柱脚に用いられている定着板付アンカーボルトの丸鋼部分の付着性能を模擬し、付着強度の高い区間では定着板の定着力に類似した付着性能を有する。

アンカー筋施工のための穿孔はコアドリルにより行い、M22 (エポキシ樹脂) の穿孔径は $\phi 41.3 \text{ mm}$ 、D19 (グラウト) の穿孔径は $\phi 42.0 \text{ mm}$ とした。アンカー筋は D19(SD490)および M22(SNR490B)をベースプレートの左右 6 か所に配置し、アンカープレートおよびナットで締付け、D19(ねじ筋)ではロックナットと鉄筋の隙間によるガタつき防止の為、隙間にモルタル(接着剤とは異なる)を注入し固定した (図-8 の拡大写真を参照)。

RC 柱脚は $400 \times 450 \times 750 \text{ mm}$ 、RC 基礎梁は $250 \times 525 \times 750 \text{ mm}$ 、S 柱部材は $200 \times 200 \times 12 \text{ mm}$ (BCR295: $\sigma_y = 424 \text{ N/mm}^2$, $E = 208 \text{ kN/mm}^2$, 伸び 20.1%), ベースプレートは $PL310 \times 360 \times 50 \text{ mm}$ (SM490)を用い、S 柱と RC 柱脚を厚さ 50 mm のグラウトで充填した。RC 基礎梁の主筋に 4-D19 ねじ筋鉄筋(SD490: 表-4 と同一材料)、せん断補強筋に $\square D13$ (SD295) @100 を用い、RC 柱脚はせん断補強筋 $\square D10$ (SD295) @100 にて拘束した。表-5 にコンクリートおよびグラウトの材料特性を示す。表-5 に示すグラウト付着強度は (1)式により推定した。

(2) シリーズ B の加力・測定

加力は変形制御による水平漸増の曲げせん断繰返し加力とした。変形角 R (変形量/RC 造部分の天端から変位計までの長さ(785 mm)) = $\pm 2.5/785$ (1 回), $\pm 5/785$ (1 回), $\pm 10/785$ (2 回), $\pm 15/785$ (2 回), $\pm 20/785$ (2 回), $\pm 40/785$ (1 回), $+60/785$ (1 回), $+80/785$ (1 回) rad. で載荷した。測定は、せん断力をロードセル、変形角およびベースプレートの回転角を変位計、アンカー筋の軸方向歪みをアンカー筋の両面に貼り付けた歪みゲージにより測定した。

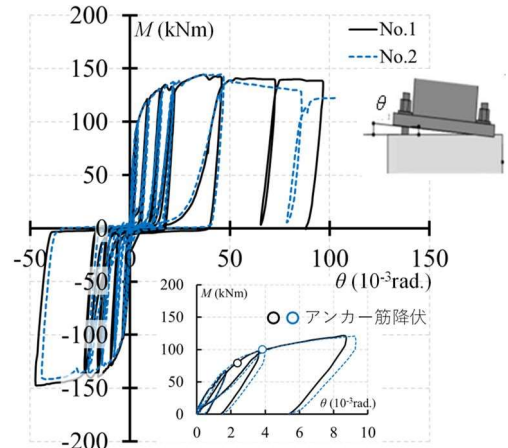
2.4 シリーズ B の実験結果

(1) 曲げモーメントと回転角

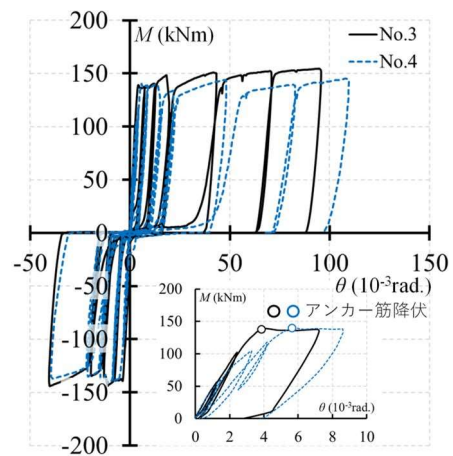
図-10 に柱脚の曲げモーメント(M)と回転角(θ)の関係を示す。 M は水平ジャッキ荷重によるモーメント、 θ はベースプレートと基礎コンクリートの間で計測された回転角である。No.1 は $M_y = 79.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\theta_y = 2.36 \times 10^{-3} \text{ rad.}$, No.2 は $M_y = 101 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\theta_y = 3.83 \times 10^{-3} \text{ rad.}$, No.3 は $M_y = 138 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\theta_y = 3.85 \times 10^{-3} \text{ rad.}$, No.4 は $M_y = 140 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\theta_y = 5.62 \times 10^{-3} \text{ rad.}$ でアンカーボルトの降伏による降伏耐力に達した。 $l_e = 665 \text{ mm}$ の No.1, 3, 4 は、No.3 は $M = 148 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\theta = 18.5 \times 10^{-3} \text{ rad.}$, No.4 は $M = 139 \text{ kN} \cdot \text{m}$, $\theta = 13.7 \times 10^{-3} \text{ rad.}$ でベースプレ

表-5 コンクリート・グラウトの材料特性(シリーズ B)

試験体	材種	圧縮強度	ヤング係数	付着強度
		N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
No.1,2	コンクリート	30.4	27100	
	S柱とRC柱脚間の充填モルタル	74.8	24900	
No.3,4	コンクリート	36.4	32100	
	S柱とRC柱脚間の充填モルタル	78.9	25000	
	グラウト	54.5	22100	20.9
	目標付着強度20 N/mm ² グラウト	17.9	11900	6.96



(a) No. 1 と No. 2 の比較



(b) No. 3 と No. 4 の比較

図-10 柱脚の曲げモーメントと回転角関係

ート下面ですべりが生じているものの、3 体とも $\theta = 1/10 \text{ rad.}$ に達しても M_y を保持し、スリップ形の履歴性状であるがアンカーボルトの伸び能力としては十分な性能を有していることが確認できた。 $l_e = 380 \text{ mm}$ の No.2 は、 $\theta = 1/20 \text{ rad.}$ までは No.1 と同様な変形性状を示しているが、アンカーボルトの付着破壊により徐々に耐力低下を示した。降伏時までの剛性を比較すると、No.1 と No.2 の比較より l_e の影響は見られず、No.4 は No.3 に比較して剛性が低くなっている。このことより、あと施工アンカーの付着応力度分布を変化させることにより、降伏耐力までの剛性をコントロールできることがわかる。

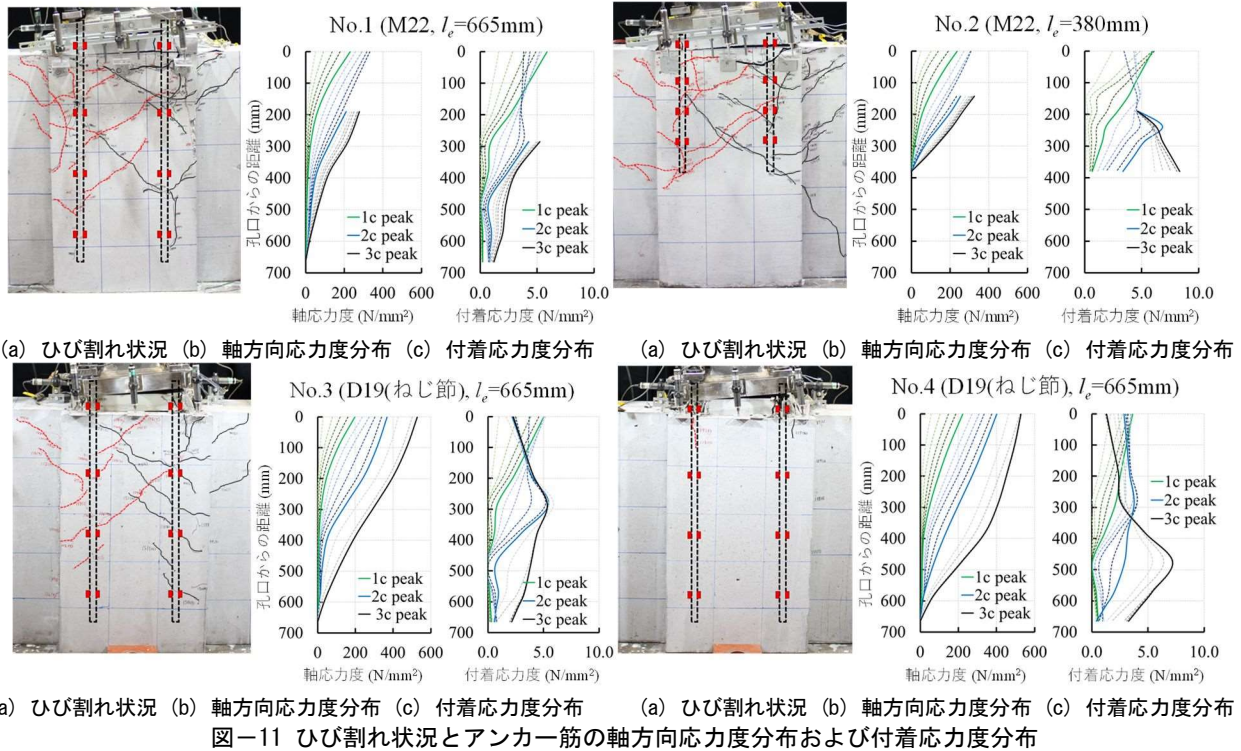


図-11 ひび割れ状況とアンカー筋の軸方向応力度分布および付着応力度分布

(2) 破壊モードと付着応力度分布

図-11 に RC 部分の最終ひび割れ状況と正載荷降伏耐力時の 3 サイクル($R=10/785$ rad.)時までの引張側のアンカー筋の軸応力度分布および付着応力度分布を示す。実線はサイクルピーク時を示す。なお, No.1, 2 では $R=5/785$ rad. 付近以降で充填グラウト内部分のゲージが測定不能となっている。No.1~3 は付着応力が埋込み表層部に集中するため, コーン状のひび割れが発生することにより, 埋込み深部に曲げモーメントに対するアンカー筋の付着による定着力が進展していくことがわかる。No.1 と 3 はアンカー筋種類が異なるが, 付着応力度の移行は同様であり, 降伏耐力時には $l_e=15d_a$ 付近で最大付着応力度となっている。また, No.1~3 では, l_e の違いによらず基礎梁上部にせん断ひび割れによる損傷が見られた。No.2 は降伏耐力以降に付着領域が長くなることで定着長さが短くなり, $\theta=50.0 \times 10^{-3}$ rad. 以降に付着割裂破壊が生じていると思われる。No.2 の最大付着応力度は $\tau_b=8 \text{ N/mm}^2$ 程度であり, ひび割れの影響を受けており, 付着割裂破壊は接着剤とコンクリートの界面で生じていた。一方, No.4 は RC 部分にはひび割れが発生せず, 低付着領域のアンカー筋の定着力は早期に喪失し, アンカー筋の降伏耐力時には埋込み長さが $25 d_a$ 以深の高付着領域にてアンカー筋が定着されていることがわかる。この抵抗メカニズムは丸棒の両端をねじ加工したアンカーボルトを用いた鉄骨造露出柱脚の抵抗メカニズムを再現していると思われる。

3. まとめ

(1) 付着強度の異なるグラウトの歪み度分布, アンカー

筋の塑性変形時の歪み度分布が確認出来た。さらに, 付着強度の異なるグラウトを層状に固着することによってあと施工アンカーの付着応力度分布のパターン化が可能であることが確認出来た。

(2) 鉄骨造の露出柱脚のアンカーボルトに長尺あと施工アンカーを適用するにあたり, 丸棒の両端をねじ加工したアンカーボルトを用いた露出柱脚に要求される構造性能に適する付着応力度分布を有する長尺あと施工アンカーを選択することで, RC 部分の損傷を制御し, 塑性変形を保証することが可能である。RC 部の損傷程度を制御するためには, アンカーの付着応力度分布をコントロールする必要があることを確認した。ただし, アンカーボルト降伏後の塑性域での必要定着長さは不明確であり, 今後の検討が必要である。

参考文献

- 1) 沼田卓也, 中野克彦, 松沢晃一, 他: 長尺あと施工アンカーの性能確認試験(その 3)付着応力度分布の制御方法の基本検討; 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2020 年 9 月, pp.97-98
- 2) 早崎洋一, 森田洋介, 大垣正之, 他: 長尺あと施工アンカーの性能確認試験 その 2 引張試験・付着試験, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2019 年 7 月, pp.309-310
- 3) 徳重充, 石橋一彦, 中野克彦: 異形鉄筋のコンクリート内の定着性状に及ぼす拘束の効果に関する実験的研究, 日本建築学会構造系論文集, 第 82 第 732 号, pp.257-265, 2017.2