

着板付き杭頭アンカー筋の押し引き載荷試験 (その2 耐力および変形性能)

正会員 永井 興史郎\*<sup>1</sup> 同 前田 耕喜\*<sup>2</sup>  
正会員 小椋 仁志\*<sup>3</sup> 同 小林 恒一\*<sup>3</sup>

杭頭部アンカー筋      スタッドアンカー      アンボンドアンカー  
変形性能                      耐力

1. はじめに

ここでは、前報(その1)<sup>1)</sup>の実験概要に基づいて実施した試験結果によって、杭頭アンカー筋の耐力や変形性能等について考察する。

2. 破壊性状、最大耐力および変形性能

前報<sup>1)</sup>の図 4 に示す荷重 相対変位関係から、各試験体について引張り側の最大荷重、最大伸び量および破壊性状についてまとめたものを表 1 に示した。

最終破壊性状・破断位置に着目した場合、通常の定着長 40d で定着させた試験体(No.1,2)の最終破壊は、抜け出したまたは杭端板近傍の鉄筋破断であった。No.1 試験体はアンカー筋の節(節の突起が小さく滑らか)の影響を受け、No.2 試験体はスタッド溶接用として製造されたものではない鉄筋を用いていることが原因と考えられる。No.2 と同じ異形鉄筋を用いた試験体(No.3,4)も、母材破断であるが、破断箇所は No.2 と同様に杭端板近傍であった。それ以外の定着板付きアンカー筋タイプの試験体、即ち丸鋼および頭付きスタッドを用いた試験体(No.5~No.9)は母材の中央または定着板の近傍で破断した。

引張り側の最大荷重(Pmax)について見ると、No.1 試験体は最終的に抜け出したが、アンカー筋母材の規格降伏強度は超え、規格引張強度に近い耐力を発揮した。また、溶接部近傍で母材破断した NO.2 試験体は母材の規格引張強度の約 75%の耐力であった。その他の定着板付きアンカー筋タイプ(No.3~No.9)は、アンカー筋の規格引張強度を超える耐力を有していた。特に、丸鋼をアンカー筋とした場合には、母材の引張強度の 1.2 倍以上の耐力があった。

引張り時の変形性能( $\epsilon_{max}$ )は、引張り耐力に比例して、大きくなる傾向にある。杭端板近傍で破断した NO.2 試験体は、破断直前に 0.38mm の変位を計測されているが、定着板付きアンカー筋の場合、丸鋼をアンカー筋とした試験体(No.5~No.8)は 50~60mm、頭付きスタッド(No.9)では 26mm の伸びであった。また、異形鉄筋をアンカー筋とした場合の変形は 16~25mm であり、丸鋼タイプに比べれば変形性能は劣る結果であった。丸鋼の場合には、定着長の約 20%と高い変形性能を有していることが確認できた。

表 - 1 試験結果一覧

NO	実験結果		強度比 <sup>*1</sup> (Pmax/Pu)	伸び率(%) <sup>*2</sup> ( $\epsilon_{max}/L$ )	破壊性状(破壊位置)
	最大荷重 Pmax(kN)	伸び量 max(mm)			
1	77	—	1.21	—	抜け出し
2	53	0.38	0.75	—	母材破断(杭端板近傍)
3	71	16	1.06	5.0	母材破断(杭端板近傍)
4	73	25	1.09	7.7	母材破断(杭端板近傍)
5	74	65	1.21	20.0	母材破断(杭端板から55mm)
6	76	74	1.25	22.8	母材破断(杭端板から72mm)
7	74	64	1.21	19.7	母材破断(杭端板から312mm)
8	75	56	1.23	17.2	母材破断(杭端板から316mm)
9	75	26	1.11	13.0	母材破断(杭端板から31mm)

\*1:Pu:アンカー筋の材料引張強度 \*2:L:アンカー筋の定着長

図 2 は、試験体 No.2 で通常の定着長 40d の先端部 2 段で計測したひずみから求めた鉄筋応力とジャッキ荷重の関係を示したものである。押し・引きの繰り返し載荷が作用した場合でも、引張り荷重に対して、杭端板から 30d 離れた位置(1断面)の鉄筋応力はわずかであり、ジャッキ荷重の 10%以内であった。つまり、杭端板近傍の鉄筋に応力が集中することが確認できた。

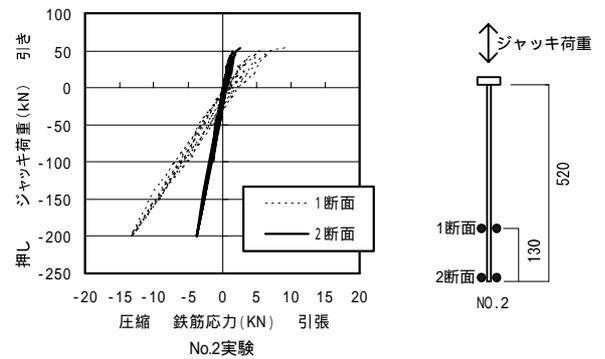


図 2 ジャッキ荷重と鉄筋応力の関係(No.2 試験体)

3. 引張り荷重 相対変位の比較

杭頭アンカー筋を用いた杭頭接合部の回転剛性を評価するに当たっては、引張り荷重が作用する場合のアンカー筋の弾性剛性、降伏荷重さらに降伏後の剛性変化の評価が重要である。そのため、引張り荷重と相対変位(10mm まで)の骨格曲線を抽出し、比較検討を行った。

図 3 は、各種杭頭アンカー筋の荷重 相対変位の関係を示す。なお、同図中には、材料試験から得られた杭頭アンカー筋の降伏および引張り強度を示した。また、定着板が固定された場合のアンカー筋の伸びによる軸剛性  $E \cdot A/L$  ( $E$ :ヤング係数、 $A$ :断面積、 $L$ :定着長)も示した。通常のアンカーの場合(No.1,2 試験体)は、

定着長を L/3(175mm)とした。

No1,2 の試験体は、40d の定着筋がコンクリートに付着しているため、鉄筋が降伏するまでの鉄筋の伸びは杭端板近傍に集中し、変位もわずかである。

No.3,4 の試験体は、異形鉄筋(SD345)をアンボンド化した定着板付きアンカー筋であり、丸鋼(SS400)との強度の違いによる影響を調べるためのものである。この 2 体は定着板の大きさが 30、50 と異なるが、荷重 変位関係に差異は見られなかった。

No.5,6,8 の試験体は、丸鋼(SS400)の定着板付きアンカー筋であり、ボンドの有無、載荷条件(繰り返し載荷、単調載荷)が異なっている。この 3 種類の荷重 変位関係に顕著な差異はなかった。

No7,8,9 の試験体の内、No.7,8 はボンド有り丸鋼(SS400)の定着板付きアンカー筋(定着板が 50、30)であり、No.9 もボンド有りの頭付きスタッド鉄筋(SS400 相当)である。

アンカー筋が降伏するまでの剛性を見た場合、定着板付きアンカー筋は鉄筋種類に関係なく(No.3 ~ 8)、30 kN までほぼ軸剛性と同程度の剛性を有しているが、降伏強度近傍では若干剛性低下が見られた。一方、頭付きスタッドの場合には、20 kN を超える荷重から変位が急激に大きくなり、30 kN の荷重レベル(スタッドの長期許容引張り応力)では軸剛性の 1/3 程度まで低下しており、既往の文献<sup>2)</sup>と同程度の低減であった。

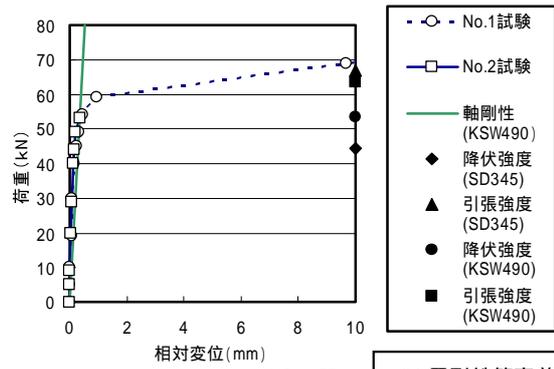
#### 4.まとめ

- ・ 13 のアンカー筋の場合、30,50 の定着板の大きさの違いが引張り荷重 相対変位の関係に顕著な差異を生じることはなかった。
- ・ アンカー筋の弾性剛性は、荷重増加に伴い、定着部の変位の影響<sup>3)</sup>を若干受けることが確認できた。頭付きスタッド(定着部 22)の場合には、その影響が顕著に現れた。
- ・ 丸鋼の場合には、アンボンド処理なしでも繰り返し載荷に伴ってアンボンド化することが確認できた。

なお、本研究は旧摩擦杭設計技術研究委員会(日本建築学会近畿支部)の杭頭接合部WGの研究を発展させたものである。

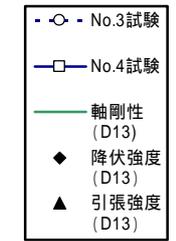
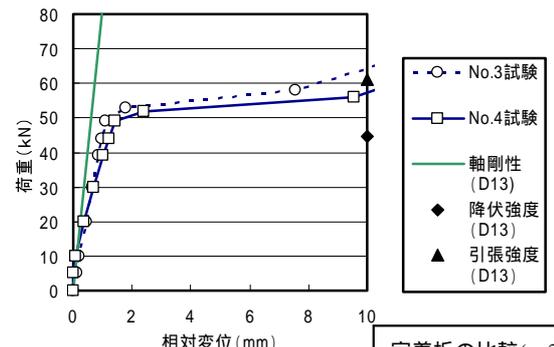
#### <参考文献>

- 1)小椋仁志他：定着板付き杭頭アンカー筋の押し引き載荷試験(その1) 日本建築学会大会学術講演梗概集、2004.8(投稿中)
- 2)佐藤幸博他：山留め壁応力材を有効利用した合成地下壁の開発、日本建築学会技術報文集、NO.16、2002.12
- 3)村上雅英他：引き抜き試験によるはり主筋の機械式定着耐力の評価、コンクリート工学論文集、第8巻第2号、1997.7



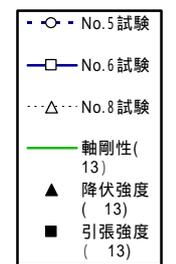
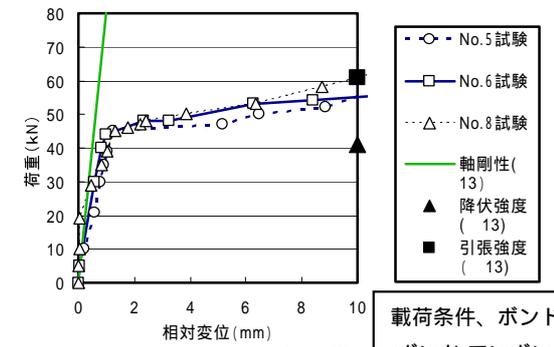
NO.1,2実験

40d 異形鉄筋定着



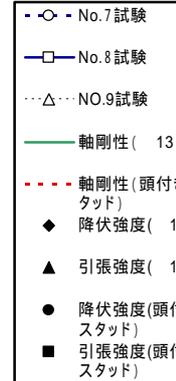
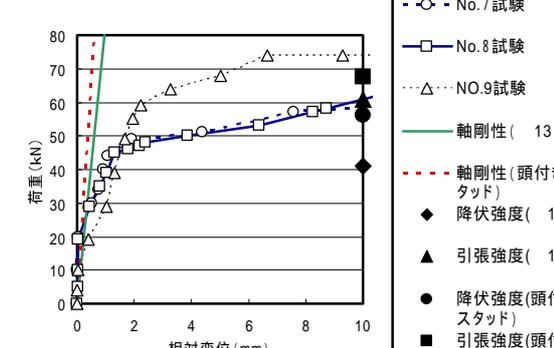
NO.3,4実験

定着板の比較( 30,50)  
(アンボンド異形鉄筋)



NO.5,6,8実験

載荷条件、ボンドの比較  
(ボンド,アンボンド丸鋼)



NO.7,8,9実験

定着板の比較( 22, 30, 50)  
(ボンド丸鋼,ボンド頭付きスタッド)

図 3 荷重 変位関係

\*1 摂南大学工学部教授 工博  
\*2 鹿島建設(株)  
\*3(株)ジオトップ 工博

\*1 Prof, Faculty of Engineering ,Setsunan University, Dr.Eng  
\*2 Kajima Corporation  
\*3 GEOTOP Corporation, Dr.Eng.