

太径スリーブを有する金属拡張あと施工アンカーの引張性能に関する研究 (その3 スリーブ打込式内ねじアンカーの実験値と耐力評価)

正会員 ○細川 洋治*1 正会員 小林 学*2
正会員 山本 健太*2

太径スリーブ 接合筋延性破壊 水平投影面積
内ねじ スリーブ拡張幅 耐力評価

1. はじめに

ここでは、前報（その1）、（その2）に引き続き、実験結果と計算式との関係について考察する。

2. 実験値と計算値

表1に試験体番号ごとに実験値と計算値について示した。実験値については荷重と破壊モード、計算値については鋼材規格強度から求めた引張強度と降伏強度およびコーン破壊強度として、低減係数を乗じない $\phi 1=1.0$ と、 $\phi 2$ を $2/3$ と施工係数 0.75 を乗じたものを示した。

表1 実験結果と計算値

番号	実験値 (kN)		計算値 (kN)			
	荷重	破壊モード	鋼材規格強度		コーン強度	
			引張	降伏	※1	※2
①	47.05	鋼材	33.72	20.65	26.37	13.18
②	47.05	鋼材	33.72	20.65	43.76	21.88
③	45.49	コーン	33.72	20.65	24.95	12.47
④	59.50	コーン	72.50	61.12	26.37	13.18
⑤	80.62	コーン	72.50	61.12	43.76	21.88
⑥	77.49	コーン	72.50	61.12	54.07	27.04
⑦	38.45	鋼材	33.72	19.81	32.62	16.31
⑧	38.52	鋼材	33.72	19.81	54.15	27.07
⑨	38.45	鋼材	33.72	19.81	66.91	33.45
⑩	47.05	鋼材	33.72	20.65	32.62	16.31
⑪	47.38	鋼材	33.72	20.65	54.15	27.07
⑫	46.99	鋼材	33.72	20.65	66.91	33.45
⑬	56.63	コーン	72.50	61.12	32.62	16.31
⑭	74.75	コーン	72.50	61.12	54.15	27.07
⑮	80.48	鋼材	72.50	61.12	66.91	33.45
⑯	39.49	鋼材	33.72	19.81	32.62	16.31
⑰	39.82	鋼材	33.72	19.81	54.15	27.07
⑱	39.88	鋼材	33.72	19.81	66.91	33.45
⑲	39.43	鋼材	33.72	19.81	54.15	27.07
⑳	45.42	コーン	33.72	20.65	30.87	15.43
㉑	39.62	鋼材	33.72	19.81	54.15	27.07
㉒	80.88	鋼材	72.50	61.12	66.91	33.45

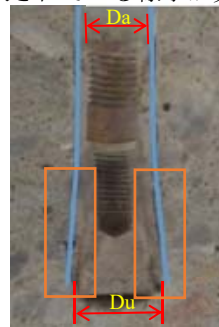
※1 : $p=0.31\sqrt{\sigma_B} \cdot A_c$, $A_c=\pi \cdot l_e (l_e+D)$ l_e =スリーブ長

※2 : $p=2/3 \cdot 0.75 \cdot 0.31\sqrt{\sigma_B} \cdot A_c$

3. 提案アンカーの引張力に対する特性

3.1 抵抗機構について

スリーブ打込み式は、孔内にスリーブを打込むことにより孔底は円錐台状に拡張され、スリーブ外側とコンクリート孔壁が密着して抵抗する。写真1は、孔内形状確認のために、今回の実験の予備実験を行った母材に施工した5体の試験体に30kNまで加力した後にコア抜きして切断し拡張部の確認をしたもので、カット後の拡大写真2、3に拡張部の状況を示した。先端部拡張で骨材を削って拡張されている様子が分かる。



左: A部 右: B部
写真1 コア断面



A部拡大
写真2



B部拡大
写真3

表2に計測結果を示した。拡張部最外径は元の外径に対して $1.18\sim 1.24$ 倍の形となっていることを確認した。

引張力は、接合ボルト⇒インナー⇒スリーブ⇒コンクリートへ伝達され、コンクリート側では支圧力と摩擦力で抵抗すると考えている。(図1)

表2 拡張部計測結果

名称	Da	Du	Du/Da
1-2	21.7	26.9	1.24
1-3	21.7	26.6	1.23
2-2	21.7	26.8	1.23
2-3	21.7	25.8	1.19
3-2	21.7	25.5	1.18

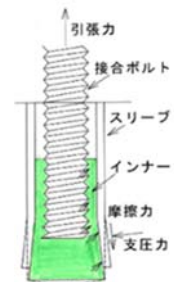


図1 引張力の伝達

写真2、3に示す様にコンクリートと密着して引張力に対して支圧力と摩擦力で抵抗していると考えられる。

従来のおねじ式では、製品のテーパボルト部分の素材はJIS規格品を用いているが、製造時に塑性加工されているので、降伏強度・伸びなどは明確ではなく、耐力評

価はコンクリートのコーン破壊強度で行なわれている。¹⁾

本提案アンカーは、抵抗機構は従来のおねじタイプと同一であるが、インナーを介して接合ボルトを嵌合することにより、接合ボルトの性能により耐力が決められる。

3.2 荷重-変位曲線

図2は、コンクリート強度の違いによる剛性および強度に対する影響を比較するために、接合ボルトをSS400にして、コンクリート母材の強度 $\sigma_B=30.5\text{N/mm}^2$ では試験体①、②および試験体③のおねじタイプ、 $\sigma_B=46.7\text{N/mm}^2$ では試験体⑩、⑪に対する荷重-変位曲線を示した。

①、②、③に対しては、一方向の繰返し加力を行い、繰返し後の剛性の確認を行なった。①、②は最大荷重まで最大点を指向し、抜出しの現象は見られず接合筋延性破壊で決まっている。③は2mmを超えるとずれが見られ、最大強度は①、②とほぼ同じとなっているが、コンクリートのコーン状破壊で決まっている。

試験体⑩、⑪は1mm付近までは直線的に変化し、2mm付近で最大値に達し、以後接合ボルトの伸びによる変位を呈し、接合筋延性破壊となっている。比較のために⑦、⑧を合わせて示した。

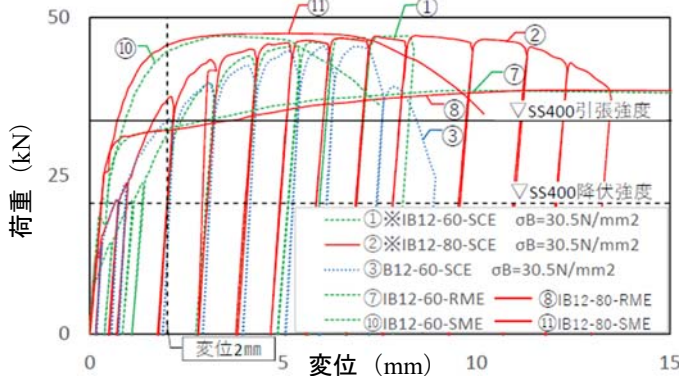


図2 荷重-変位曲線

4. 引張試験結果と耐力評価

図3は、引張力の実験結果と各計算値との比較を示した。縦軸は最大荷重、横軸は引張強度 $P_{cal}=0.31\sqrt{\sigma_B \cdot A_c}$ として求めた計算値を示した。計算に用いた有効埋め込み長さは、スリーブ長さとした。図3に示した実験値は、概ねコーン状破壊群と、接合ボルトごとにSNR400B延性破壊群、SS400延性破壊群、SNB7延性破壊群に分けられる。

コーン状破壊した試験体の強度は図中に示した引張強度 P_{cal} のラインをクリアし、実験の下限値は $1.3P_{cal}$ のラインを上回っている。接合ボルトをSS400、SNR400Bとした試験体は、埋込長さ60mm、80mmともに両鋼材の引張強度を上回って接合筋延性破壊した。

従来のおねじ式アンカー③、⑩はボルト部がSS400相当の素材強度であるが、接合ボルトをSS400とした内ねじタイプ①、⑩と最大強度はほぼ同じであるが、コーン状破壊となっている。

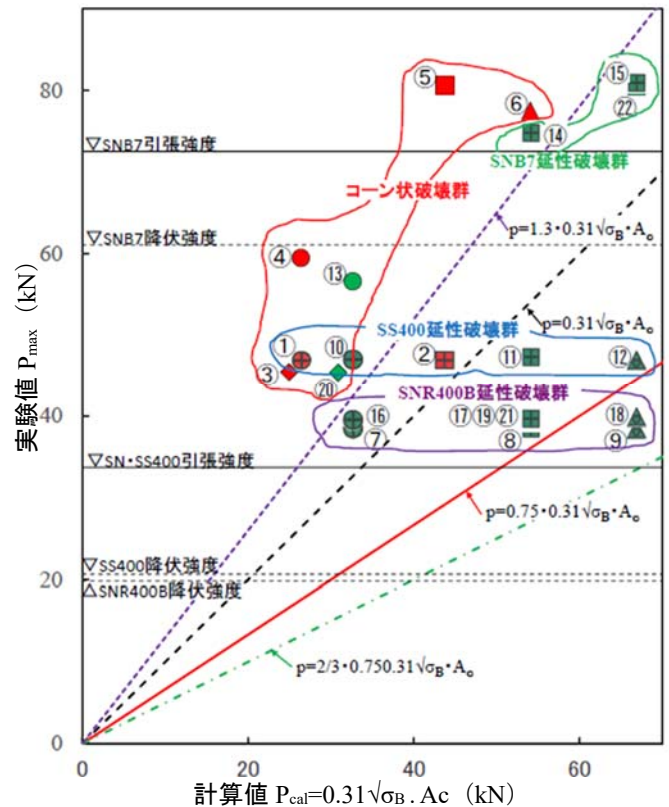


図3 実験値 P_{max} と計算値 P_{cal} との関係

本研究では、内ねじタイプアンカーの接合ボルトをSS400、SNR400Bとすれば埋込長さ60mm確保することで、接合筋の延性破壊となることが分かった。しかし、今回の実験は経験豊富な資格者の施工であり、施工環境も室内での理想的な場所での施工で、現場等の状況を考えると、ボルトの鋼材破断で設計する場合、M12に対して埋込み長さを80mmとすることが妥当であると考えている。

5. まとめ

提案したスリーブ打込み式内ねじタイプのアンカーは、スリーブ径を従来のおねじタイプより太くし、接合ボルトをSS400、SNR400B材を用いることにより、コーン状破壊することなく、接合筋延性破壊となることを確認できた。今後は、コンクリート強度の範囲、へりあき・はしあきの影響、複数本が並ぶ場合の群効果、施工品質管理などの実用面での検討を行なっていく予定である。

参考文献

- 1) 各種合成構造設計指針・同解説 : 日本建築学会、pp318-328、2010.11
- 2) 阿部保彦、矢野明義、松崎育弘、宇佐美滋 : 機器配管用支持構造物(埋込金物)の耐力に関する実験研究、その10 埋込金物の極限耐力に及ぼす群効果の影響、日本建築学会大会学術講演集、pp.1349-1350、1982.1

*1 細川建築構造研究室 博士(工学)

*2 株式会社ケー・エフ・シー

*1 HOSOKAWA Architecture Structure laboratory

*2 KFC,Ltd.