

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2 スリーブ打込式内ねじアンカーの施工方法と接合ボルトの検討)

正会員 ○小林 学*¹ 正会員 山本 健太*¹
正会員 細川 洋治*²

太径スリーブ 接合筋延性破壊 コーン状破壊
内ねじ 接合ボルト 繰返し加力

1. はじめに

前報(その1)では実験概要について述べたが、本報(その2)では結果一覧、荷重変位曲線の各因子特性について述べる。

2. 実験結果

表1に試験体毎に埋込長、拔出量、荷重・変位、破壊モードについて示した。

埋込長 l について、コンクリート強度 $\sigma_B = 30.5 \text{ N/mm}^2$ では、スリーブ長さ+2.6mm~7.64mm、 $\sigma_B = 46.7 \text{ N/mm}^2$ ではスリーブ長さ+0.5~4.14mmとなっており、コンクリート強度が高くなると打込み量は少なくなっている。

拔出量については、図1に示した位置を計測したもので、コンクリートに対する抜け出しの量と考えている。 $\sigma_B = 30.5 \text{ N/mm}^2$ では、3.38~3.94、 $\sigma_B = 46.7 \text{ N/mm}^2$ では0.30~2.77となっている。

最大荷重・変位・破壊モードの関係について、コンクリート強度 $\sigma_B = 30.5 \text{ N/mm}^2$ に対してスリーブ長さ①60mm、②80mmでは、SS400使用は接合筋延性破壊、③従来おねじタイプではコーン状破壊となっている。SNB7使用の④60mm、⑤80mm、⑥90mmではいずれもコーン状破壊となっている。

コンクリート強度 $\sigma_B = 46.7 \text{ N/mm}^2$ では、SNB7使用の⑬60mm、⑭80mm、⑳従来おねじタイプを除きいずれも接合筋延性破壊で決まっている。

施工方法の違いでは、②のコンクリート強度 $\sigma_B = 30.5 \text{ N/mm}^2$ 、SS400使用、埋込長80mm及び、⑳コンクリート強度 $\sigma_B = 46.7 \text{ N/mm}^2$ 、接合ボルト SNB7、埋込長90mmの場合において接合筋延性破壊を確認しており、コンクリート強度が約 50 N/mm^2 と高い場合および埋込長が大きくなっても施工不良が起こっていないことを確認した。

表1 実験結果まとめ (※印：機械打設 ハッチ掛け： $\sigma_B = 30.5 \text{ N/mm}^2$)

番号	l : 埋込長 (mm)		拔出量 ^{注1} (mm)	最大荷重時		破壊モード
	実測	径倍率		荷重 (kN)	変位 ^{注2} (mm)	
①	67.09	5.59da	3.94	47.05	8.04	鋼材
②	85.82	7.15da	3.38	47.05	8.37	鋼材
③	67.07	5.59da	—	45.49	6.04	コーン
④	67.37	5.61da	—	59.50	—	コーン
⑤	87.64	7.30da	—	80.62	7.84	コーン
⑥	92.60	7.72da	—	77.49	5.14	コーン
⑦	63.74	5.31da	0.79	38.45	9.62	鋼材
⑧	80.64	6.72da	1.47	38.52	12.07	鋼材
⑨	90.81	7.57da	0.30	38.45	11.81	鋼材
⑩	64.14	5.35da	1.25	47.05	3.36	鋼材
⑪	80.50	6.71da	2.43	47.38	3.95	鋼材
⑫	92.34	7.70da	2.04	46.99	4.53	鋼材
⑬	64.03	5.34da	—	56.63	3.52	コーン
⑭	81.98	6.83da	—	74.75	4.64	コーン
⑮	92.88	7.74da	—	80.48	7.87	鋼材
⑯	63.53	5.29da	0.76	39.49	10.31	鋼材
⑰	82.42	6.87da	1.25	39.82	15.39	鋼材
⑱	90.65	7.55da	0.91	39.88	15.36	鋼材
⑲	82.41	6.87da	2.77	39.43	15.54	鋼材
⑳	63.92	5.33da	—	45.42	2.73	コーン
㉑	81.85	6.82da	0.64	39.62	15.27	鋼材
㉒	93.05	7.75da	—	80.88	8.67	鋼材

注1 拔出量：スリーブ及びインナーの移動量の合計

注2 変位：ボルトの伸び及び拔出量の合計

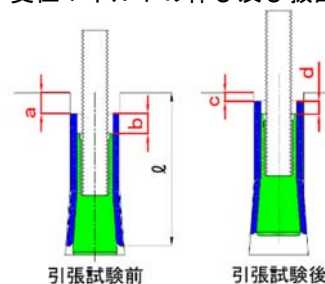


図1 拔出量計測位置

※拔出量計測位置の説明

スリーブの移動量 = $a - c$

インナーの移動量 = $b - d$

拔出量 = スリーブの移動量

+ インナーの移動量

3. 荷重－変位曲線

3.1. 打設方法と引張性能

ここでは、コンクリート強度 $\sigma_B=46.7 \text{ N/mm}^2$ について、**⑰**人力施工と**⑳**機械施工についての荷重－変位曲線を、縦軸は引張力、横軸には変位量として、**図2**に示した。実験は、規格降伏点の2/3で一度繰返し、その後降伏点、降伏点の1.1倍、変位 5mm ごとで繰返し载荷を行ない、最大強度後、破断直前で終了した。この図から、**⑰**、**⑳**における各繰返し性状などに違いは無く、コンクリート強度が高くなっても確実な施工が行なわれていることが裏付けられた。

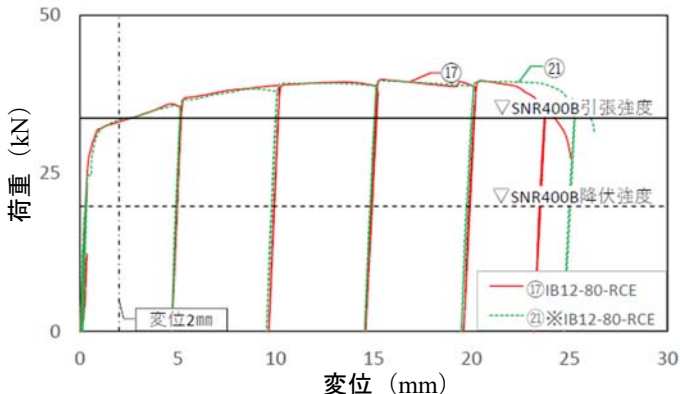


図2 施工方法による比較

3.2. 従来おねじアンカーとの比較

従来から用いられているスリーブ打込み式との比較のため、コンクリート強度 $\sigma_B=46.7 \text{ N/mm}^2$ と高い場合について、**㉑**おねじタイプのアンカー（材質 SS400 相当材）60mm と、同じ埋込長で**⑩**試験体及び埋込長を 80mm とした**⑪**試験体の荷重－変位曲線について、**図3**に示した。**図3**には**⑧**試験体、60mm とした**⑦**試験体も併せて示した。

⑩、**⑪**、**㉑**を見ると変位 2mm まではほぼ同じ挙動を示しているが、**㉑**試験体は 2mm 過ぎた直後最大荷重値を示し、破壊モードはコーン破壊で決まった。**⑩**、**⑪**試験体については、鋼材の伸びが顕著になり、その後、**⑩**試験体は接合筋延性破壊となった。

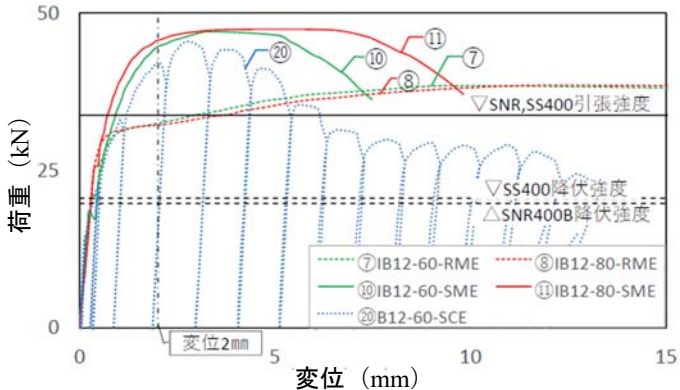


図3 アンカータイプ接合ボルトの引張性能に与える影響

3.3 高強度接合ボルトへの適用

接合ボルトに高強度鋼材 SNB7 の適用について、コンクリート強度 σ_B と埋込長の影響について、**図4**に示した。埋込長 90mm の場合、試験体**⑮** $\sigma_B=46.7 \text{ N/mm}^2$ では接合筋延性破壊で決まっているが、試験体**⑥** $\sigma_B=30.5 \text{ N/mm}^2$ では、最大強度は規格引張強度に達しているが、破壊モードはコーン状破壊で決まっている。試験体**⑥**の初期剛性が高くなっているのは、プレロードを規格降伏点まで作用させて、一旦、荷重を除荷して、再加力を行っているためである。試験体**⑬** $\sigma_B=30.5 \text{ N/mm}^2$ では、規格降伏点には達せず、破壊モードはコーン状破壊となった。

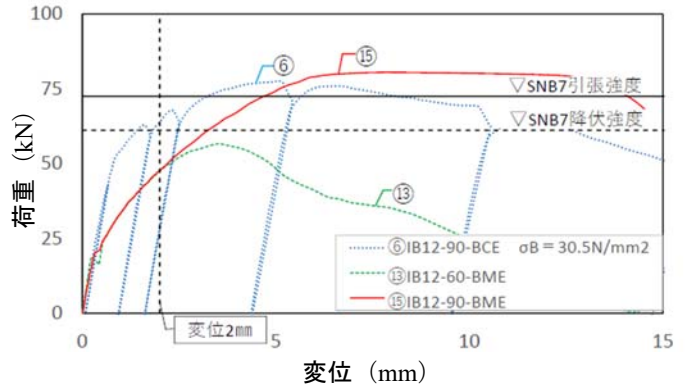


図4 高強度接合ボルト使用と埋込長

4. 考察

- ・コンクリート強度が約 50 N/mm^2 と高強度に対して、人力施工した試験体と、機械施工した試験体は同等の引張性能が得られ、機械施工の可能性が得られた。
- ・接合ボルトに SS400 および SNR400B 使用した場合、埋込長 80mm とすることで、伸びはおねじタイプを大きく上回り破壊モードは、接合筋延性破壊する事が確認された。
- ・接合ボルトに高強度ボルト SNB7 を使用した試験体の破壊モードは、コンクリート強度 $\sigma_B=46.7 \text{ N/mm}^2$ では接合筋延性破壊するが、 $\sigma_B=30.5 \text{ N/mm}^2$ では、埋込長 90mm としてもコーン状破壊となった。

・本提案アンカーでは、接合ボルト材質を SS400 の実引張耐力 $f_t=558.9 \text{ N/mm}^2$ と JIS 規格 400 N/mm^2 の約 1.4 倍の強度での実験から、適用鋼材の範囲を SNR400B、SS400 と考える。

5. まとめ

提案した「スリーブ打込み式内ねじタイプ」アンカーは、へりあき・はしあきが十分な場合の実験から、接合ボルトに SS400 材、SNR400B 材の転造ねじを用いることにより、鋼材に依存したあと施工アンカーの設計の可能性を示した。今後、へりあき・はしあきの影響を受ける場合や、複数配置した場合の群効果について検討したい。

*1 株式会社ケー・エフ・シー

*2 細川建築構造研究室 博士（工学）

*1 KFC,Ltd.

*2 HOSOKAWA Architecture Structure laboratory