接着系あと施工アンカーの構造特性に関する研究

ーその1 60N/mm²級高強度コンクリートの付着強度-

日大生産工 (学部)	○平栗	晋太郎
日大生産工	師橋	憲貴

1 まえがき

一般財団法人 日本建築防災協会が発行す る既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震 改修設計指針・同解説¹⁾(以下 SRC 改修設計 指針という)によると接着系あと施工アンカ ーの設計強度は、コンクリートの圧縮強度が 15~36N/mm²の範囲による実験結果に基づき 導出されている。既存鉄筋コンクリート造建 築物の耐震改修事例集 第Ⅲ集²⁾に記されて いるようにあと施工アンカーは鉄筋コンクリ ート造の建築物でも多く使用されている。

近年コンクリートは高強度コンクリートを 用いることが多く、その場合には十分に検討 する必要がある。

そこで本研究では適用範囲外となるコンク リートの圧縮強度が 60N/mm² 級の母材に接 着系あと施工アンカーを適用した際の引張実 験を行い、構造特性を検討した。

2 実験概要

実験は引き抜き実験を行った。表1に試験 体一覧を示す。

高強度コンクリートでは金属系アンカーの 先端拡張部が十分に開かないことがあるため、 本研究では高強度でも全面接着する接着系ア ンカーを使用した。その中でも養生期間が短 く実験を早く行うことのできるカプセルタイ プのものを使用した。 図1 に加力装置を示す。試験機は 2000kN 万能試験機を使用した。図2 に試験体の形状 を示す。打設面(上面)と底面(下面)の付 着強度の違いをみるため、両面にあと施工ア ンカーを施工し引き抜き実験を行った。

計算値は SRC 改修設計指針に掲載されて いる設計強度の式より計算した。SRC 改修設 計指針では引張耐力と書かれているが本研究 ではこれを付着強度と考えた。以下に接着系 アンカーの付着強度の計算式を示す。

 $T_a = \min(T_{a1}, T_{a2}, T_{a3}) \tag{1}$

$$T_{a1} = \sigma_y \cdot a_0 \tag{2}$$

$$T_{a2} = 0.23\sqrt{\sigma_B} \cdot A_C \tag{3}$$

$$T_{a3} = \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot \ell_e \tag{4}$$
$$\hbar \hbar \iota \, \tau_a = 10 \sqrt{\sigma_B / 21}$$

ここで、 T_a :アンカー1本あたりの引張耐力(N)、 T_{a1} :鋼材の降伏により決まるアンカー1本あ たりの引張耐力(N)、 T_{a2} :既存コンクリー ト躯体のコーン状破壊により決まるアンカー 1本あたりの引張耐力(N)、 T_{a3} :接着系アン カーの付着強度により決まるアンカー1本あ たりの引張耐力(N)、 σ_y :鉄筋の規格降伏点 (N/mm²)、 a_0 :接合筋のねじ加工を考慮した 有効断面積、またはアンカー筋の公称断面積 (mm²)、 σ_B :既存部コンクリートの圧縮強度 (N/mm²)、 A_c :既存躯体コンクリートのコー

Study on the Structural Properties of Post Installed Bonded Anchor -Part 1 Bond Strength of 60N/mm² grade High Strength Concrete -

Shintaro HIRAGURI and Noritaka MOROHASHI

ン状破壊に対するアンカー1本あたりの有効 水平投影面積 (mm^2) 、 τ_a : 接着系アンカーの 引張力に対する付着強度 (N/mm^2) 、 $d_a: アン$ カー軸部の直径、接着系アンカーではアンカ ー筋の呼び名 (mm)、 ℓ_e :アンカーの有効埋 込み長さ(mm)、 c_1 :アンカーのへりあき(mm)

使用したコンクリートの圧縮強度を図3に 示す。圧縮強度の推移は約26週までの推移を 測定した。

計算値は表2の通りとなった。破壊形状は 計算値の最小値から想定したが、SRC 改修設 計指針では接着系アンカーの場合、 $\ell_e \geq 7d_a$ とされているため、それを満たさないものに ついては付着破壊をするものと考えた。



表1 試験体一覧



図 1 加力装置



20

10 0

0

4

8

12

図3 コンクリート圧縮強度の推移

16

20

24

28 材齢(週)

試験体 No.	<i>T</i> _{<i>a</i> 1} (kN)	T _{a 2} (kN)	T _{a3} (kN)	想定破壊形状
21-1 21-2	59.6	67.3	71.5	ボルト破断
21-3 21-4	125.9	8.3	22.5	付着破壊
21-5 21-6	125.9	57.5	65.7	コーン状破壊
60-1 60-2	59.6	105.5	111.9	ボルト破断
60-3 60-4	125.9	13.0	35.2	付着破壊
60-5 60-6	125.9	90.0	102.9	コーン状破壊

表 2 付着耐力計算值

T_{a1}:ボルト破断 T_{a2}:コーン状破壊 T_{a3}:付着破壊

3 実験結果

最大荷重および想定破壊形状を表 3、破壊 形式模式図を図 4、荷重-変位曲線を図 5~7 に示す。変位はコンクリート表面からのアン カー筋の伸び量を示した。

計算結果から予想される破壊形状と実験結 果を比較してみるとボルト破断、付着破壊と 想定したものについては実験結果も同じ結果 となった。コーン状破壊と想定した21-5、21-6、 60-5、60-6については、図4 c)ではなく図 4 d)に示すような上部にコーン状破壊、下 部に付着破壊を生じた。これはコーン状破壊 と付着破壊の予備計算値の差が小さいことが 影響していると考える。

付着強度についてはどの試験体も計算値を 超える強度があることがわかった。ボルト破 断はコンクリート強度による変化はなく、コ ーン状破壊と付着破壊においてはコンクリー トの強度が高くなると付着強度も高くなるこ とが確認できた。また、図7からわかるよう に図4 d)型の破壊形状においては上面より 下面の方が付着強度は高くなる傾向が顕著に 認められた。これはコンクリート打設時に上 面と下面を比較すると下面のほうがコンクリ

表	3	ら 最さ	て荷重	およ	び破壊	形状

試験体 No.	最大荷重 (kN)	破壊形状	想定破壊形状
21-1	92.2	ボルト破断	ボルト破断
21-2	90.2	ボルト破断	ボルト破断
21-3	35.8	付着破壊	付着破壊
21-4	47.9	付着破壊	付着破壊
21-5	88.5	上部コーン状破壊 下部付着破壊	コーン状破壊
21-6	113.5	上部コーン状破壊 下部付着破壊	コーン状破壊
60-1	85.6	ボルト破断	ボルト破断
60-2	86.8	ボルト破断	ボルト破断
60-3	54.0	付着破壊	付着破壊
60-4	53.6	付着破壊	付着破壊
60-5	136.5	上部コーン状破壊 下部付着破壊	コーン状破壊
60-6	149.2	上部コーン状破壊 下部付着破壊	コーン状破壊



ートの骨材等が密実に充填されると考えられ 付着強度が向上したものと推察される。

-67 -





図8 最大荷重と計算値の比較

図8に最大荷重と計算値の比較を示す。図 8で示すように21N/mm²と60N/mm²、コーン 状破壊と付着破壊ともに1.45の付近を中心に 分布していることがわかった。両強度とも同 じ1.45付近に分布していることから、適用範 囲外とされる60N/mm²でも計算式は適用可 能と判断できた。

4 まとめ

60N/mm²級の高強度コンクリートに用いた 接着系あと施工アンカーの構造特性を検討し た結果を本実験の範囲で以下の知見が得られ た。

- (1)上面と下面では下面の方に付着強度が高い傾向があることがわかった。
- (2) ボルト破断ではコンクリート強度による 影響がないことがわかった。
- (3) コーン状破壊を想定したものは上部にコ ーン状破壊、下部に付着破壊を起こすこ とがわかった。
- (4)計算値と実験値の比較を行った場合、実験値の方が大きくなることがわかった。 その比率はコンクリート強度によらず約1.45である。

今後の実験では更なる適用範囲の拡大を模 索するため今回よりもコンクリート強度が高 い100N/mm²、150N/mm²級の高強度コンクリ ートについて検討を行う予定である。

謝辞

本研究において、あと施工アンカー協会大垣正之 氏、東北工業大学田中礼治名誉教授に有益な御助言 をいただいた。日本大学湯浅昇教授には高強度コン クリートについて御配慮していただいた。ここに関 係各位に記して深謝いたします。

参考文献

- 1)一般財団法人 日本建築防災協会:既存鉄骨鉄筋コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説、 2013 年
- 2) 一般財団法人 日本建築防災協会:既存鉄筋コン クリート造建築物の耐震改修事例集 第Ⅲ集、 2014 年