

鉄骨枠付 K 型ブレースで耐震補強された RC 建物の補強効果確認原位置試験

その 6 補強ブレース取り付け接合部の耐力確認実験

正会員 ○島崎 和司\*1  
同 五十嵐 泉\*2  
同 小野 泰伸\*3

耐震補強 鉄筋コンクリート ブレース  
アンカー スタッド 実大試験

1.はじめに

本論ではその5に引き続き、解体される神奈川県旧4号館から解体時に切り出した柱を用いた補強ブレース取り付け接合部の耐力確認実験を実施したので、その結果を報告する。

2. 実験概要

1.試験体

試験は 1)既存柱へ打設したあと施工アンカーの引張耐力確認試験(No.1-3)、2)接合部せん断試験(No.4-5:スタッド、アンカーの径の差)、3)接合部引張試験(No.6-7)の3シリーズとした。切り出した柱試験体は X17-Y7 通りの 1,2F 内法部分の 2 体で、4 面を利用して試験体を製作した。試験体に、埋め込み深さ 8d であと施工アンカーを打設し、2)3)シリーズでは、旧 4 号館の仕様に従ったスタッドを溶接した H 形鋼との間に割裂防止筋を設置してグラウトを充填した。試験体の概要を図 1 に、材質を表 2 に示す。

2.加力方法

1) あと施工アンカーの引張耐力確認試験 加力装置は写真 1a に示すように、アンカーとカプラーを一体化させたテンションバーをセンターホール型油圧ジャッキで引っ張ることにより加力した。加力サイクルは設計強度の 1/3, 2/3, 3/3, 1.5 倍の順で一方向繰り返し加力とした。アンカーの設計強度は次式<sup>1)</sup>で算定した。(記号は文献<sup>1)</sup>参照)

$$T_a = \min[T_{a1}, T_{a2}, T_{a3}] = 78.1 \text{ kN} \quad \text{: アンカー D19}$$

$$T_{a1} = \sigma_y \cdot a_0 \quad \text{(鋼材降伏: 98.8 kN)}$$

$$T_{a2} = 0.23 \sqrt{\sigma_B} \cdot A_c \quad \text{(コーン状破壊: 78.1 kN)}$$

$$T_{a3} = 10 \sqrt{\sigma_B} / 21 \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_e \quad \text{(付着破壊: 151.1 kN)}$$

2) 接合部せん断試験 加力方法は、図 2 に示すように加力軸をグラウト部の中心高さになるように加力治具を組み、治具の重量は上部のパネで保持した。加力サイクルは、接合部の設計耐力を基準とした、正負の繰り返し加力の荷重制御とし、耐力の 1/3、2/3 を 2 回、耐力相当を 3 回繰り返しとした。なお、接合部の耐力は、アンカーとスタッドのせん断耐力の和の低い方とし、それぞれのせん断耐力は次式<sup>1)</sup>にて算定した (記号は文献<sup>1)</sup>参照)。

$$Q_a = \min[Q_{a1}, Q_{a2}] \quad \text{: アンカー D16, 19 : 48, 69 kN}$$

$$Q_{a1} = 0.7 \sigma_y \cdot a_e \quad \text{(鋼材の耐力: 48, 69 kN)}$$

$$Q_{a2} = 0.4 \sqrt{E_c} \cdot \sigma_B \cdot a_e \quad \text{(支圧: 82, 118 kN)}$$

$$q_{ds} = 0.64 \cdot \sigma_{\max} \cdot a_s \quad \text{: スタッド 13, 16 \phi : 34, 51 kN}$$

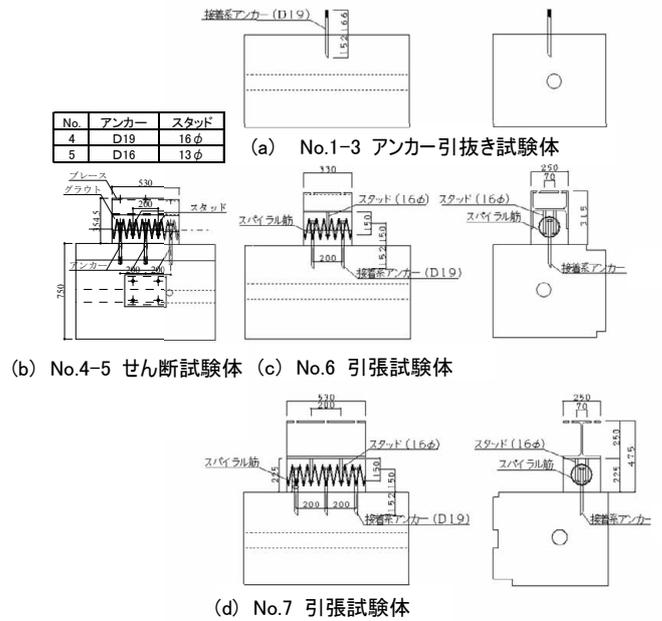
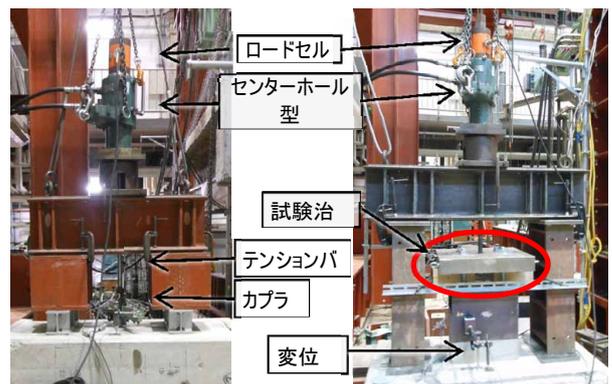


図 1 試験体概要

表 1 使用した材料の特性

	圧縮強度	降伏強度	引張強度
	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
グラウト	67.5	-	-
アンカー D16, D19 (SD345)	-	392	559.5
スタッド 13φ (SWRCH16A)	-	374.7	492.3
スタッド 16φ (NACH17KT)	-	432	491.7



(a) アンカーの引張耐力確認試験 (b) 接合部引張試験

写真 1 引張試験装置

3) 接合部引張試験 加力装置は写真 1b に示すように、試験治具を H 型鋼にボルトで接合して引張力を与えた。加力サイクルはアンカーの設計引張強度の 1/3, 2/3, 3/3 倍を目標として一方向繰り返し加力とした。

### 3. 実験結果

1) あと施工アンカーの引張耐力確認試験 例として試験体 No.3 の最終破壊状況、荷重-変位曲線をそれぞれ図 3(a),(b) に示す。No.1,2 はそれぞれ、108,105kN でアンカーの降伏が確認され、No.3 は 108kN でアンカー降伏後、コンクリート表面にクラックが入り、その後耐力がだらだらと上昇し、最大変位 4mm に到達した点で終了した。鋼材降伏で耐力が決まり、既存の算定式で安全側に評価できる。

2) 接合部せん断試験 No.4,5 の最終破壊状況を写真 3、No.4,5 の水平力-水平変形関係、No.4 の水平力-アンカー歪関係を図 4 に示す。No.4,5 とともに、耐力の 1/3 で縦にクラックが生じた。No.4 は、3/3 に達する前に、左側のアンカーが破断し耐力低下した。No.5 は、3/3 時にスタッドが降伏して縦クラックが増大し、正方向の 2 回目の時に耐力低下し、グラウト部が破壊した。図 4(b)に示す軸歪データは、縦クラックが生じた後は、それぞれ正加力時、負加力時のみ効いている。スタッド位置に縦クラックが生じると、それより加力点側のアンカーとの接合が割裂防止筋のみになるため、アンカーが効かなくなっている。

写真 3(b)の最終状況写真を見ると、右のアンカーは根元で曲がってしまい、最終的にはグラウト部の前面への掃出し破壊になったと考えられる。このような接合部実験の場合、縦クラックが生じた後は、アンカーの端部の 1 本はせん断力を負担できないと考え、接合部のせん断耐力はアンカーの鋼材耐力で決まり、No.4,5 で 96, 138kN となり、既存の算定式で安全側に評価できる。

3) 接合部引張試験 No.6,7 の最終破壊状況を写真 4、引張力-抜けだし変形関係、引張力-軸歪関係を図 5 に示す。No.6 は 48.5kN で H 鋼とグラウト材に剥離がみられ、81kN でスタッド部分であるグラウト部中央よりクラックが発生して荷重が低下した。No.7 は 139.3kN で写真 4(b)の左側のスタッド部分にクラックが生じ荷重が低下した。128.3kN で右側のスタッド頭部部分からクラックが生じ、さらに中央のアンカー部のクラックと連続し、荷重低下が増加した。最大荷重時にアンカーとスタッドは降伏ひずみに達していないが、その後の変形の増大とともに降伏している。

#### 4.まとめ

ブレース接合部のせん断と引張に対する性能について、実際の建物の柱部材を用いた実験を行い、その性能が既往の評価式で得られることを確認した。

#### 【参考文献】

- 1) 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設計指針・同解説
- 【謝辞】 試験体の切り出しに当たっての施工・安全計画と実際の作業は鹿島建設（株）による。実験の実施に当たっては、神奈川大学の五十嵐教務技術主任、島崎研究室の学生の協力を得た。ここに感謝いたします。
- 【参考文献】
- 1) 小野泰伸他、鉄骨枠付 K 型ブレースで耐震補強された RC 建物の補強効果確認原位置試験、その 1-3、日本建築学会大会梗概集、2012 年

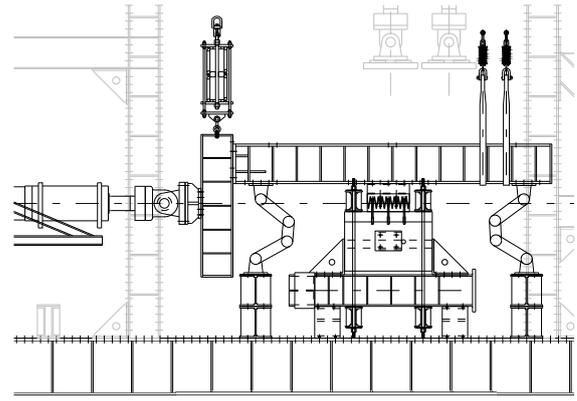
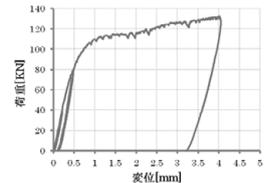


図 2 接合部せん断試験装置



(a)最終破壊状況



(b)荷重-抜き出し量関係

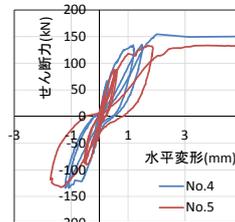
図 3 あと施工アンカーの引張耐力確認試験結果(No.3)



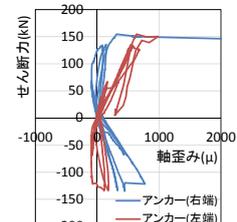
(a) No.4

(b) No.5

写真 3 接合部せん断試験最終破壊状況



(a) 水平力-水平変形関係



(b) No.4 の水平力-アンカー歪関係

図 4 接合部せん断試験結果

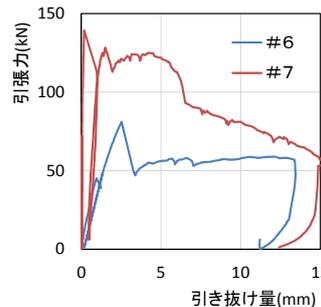


(a) No.6

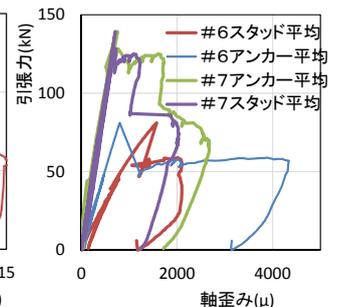


(b) No.7

写真 4 接合部引張り試験最終破壊状況



(a) 引張力-抜けだし変形関係



(b) 引張力-軸歪関係

図 4 接合部引張試験結果

\*1 神奈川大学 工学部 建築学科 教授 博士(工学)

\*2 神奈川大学 工学部 建築学科 教務主任技術員

\*3 株式会社 協和建築積算事務所

\* 1 Professor, Kanagawa University, Dr. Eng.

\* 2 Chief Technician, Kanagawa University

\* 3 Kyowa Building Surveyor Co.,Ltd