

# 枠付き鉄骨ブレースと既存躯体の接合部に関する実験的研究

正会員 ○松浦 恒久\*1  
同 島崎 和司\*2

補強 あと施工アンカー せん断試験  
鋼板 接着 突起

## 1. はじめに

既存鉄筋コンクリート造建物の耐震補強工法として、枠付き鉄骨ブレース補強工法が採用されることが多い。既存躯体と鉄骨ブレースの接合方法は、躯体側にあと施工アンカー、鉄骨側にスタッドを配置し、両者を接合するために無収縮モルタルを圧入する方法が一般的に用いられている。あと施工アンカーの施工時の騒音、粉塵が問題とされ、これを改善するための種々工法が開発されている。

本研究は鉄骨ブレースと既存躯体との接合方法を対象に、合理化した接合方法の開発を目的としている。本報告では接合部の基本性能、および既存躯体のコンクリートの種類、強度があと施工アンカーの耐力に及ぼす影響について実施した基礎実験の結果について報告する。

## 2. 試験体

図1に試験体形状を、表1に試験体の一覧を示す。試験体は既存躯体と枠付き鉄骨ブレースとの接合部を取出した約2/3縮小模型試験体である。鉄骨断面を150×150mm、鉄骨の取付くコンクリート幅を250mmとした。

No.1~3はあと施工アンカーを用いた在来工法で、コンクリート強度、種類をパラメータとした。

No.4, 5はあと施工アンカーの代わりにスタッドを溶接した鋼板を既存躯体に接着材で取付けたもので、鉄骨側にはスタッドを溶接した。貼付け鋼板の幅は、No.4ではコンクリート幅と同等の250mm、No.5は130mmとした。

No.6はあと施工アンカーの代わりに突起の付いた高密度ポリエチレンシートを既存躯体に接着材で貼付け、鉄骨側にはスタッドの代わりにシアキーとして鉄筋を溶接した。

コンクリート部分へのあと施工アンカーの取付けは、あらかじめ型枠にアンカー筋を固定しておき、コンクリートを打設した。鋼板、突起付きシートの取付けはコンクリートにエポキシ系接着材で貼付けた。コンクリートと鉄骨間の隙間は、両者を所定の間隔で固定した状態で無収縮モルタル( $\sigma_B=64.6\text{N/mm}^2$ )を流し込んだ。

使用した材料の試験結果を表1, 2に示す。低強度のコンクリートは、セメントの一部を石粉で置換することにより強度を調整し、水セメント比は強度に係わらずW/C=0.65と一定とした。

加力は5MN試験機を用いて、破壊が確認されるまで一方向に加力を行った。No.6に関しては実際の部位の状況を模擬するため、モルタル、鉄骨間で剥離が生じないようにPC鋼棒で拘束した。

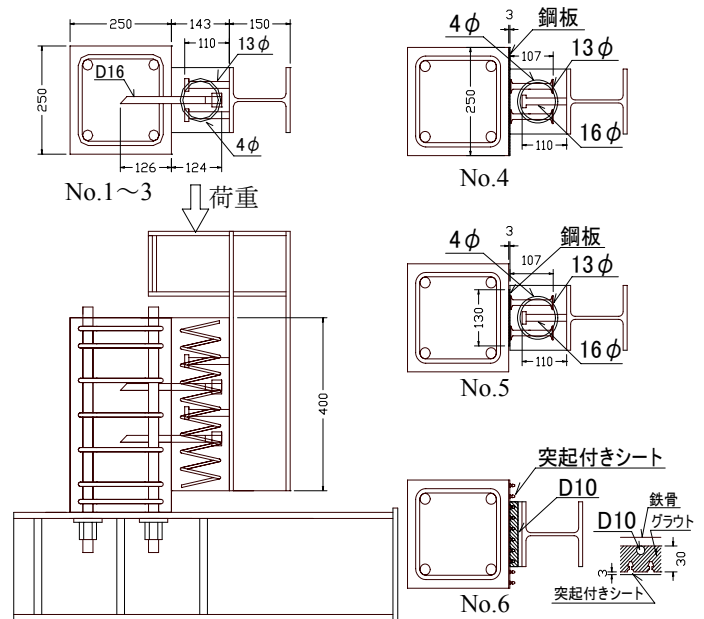


表1 試験体一覧

図1 試験体形状

No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.6
接合方法	在来工法			アンカー付き鋼板の貼付け	突起付きシート	突起付きシート
コンクリート種類	普通	普通	軽量	普通	普通	普通
躯体側アンカー	D16@120	D16@120	D16@120	2-13φ@120	2-13φ@120	—
鉄骨スタッド	2-13φ@120	2-13φ@120	2-13φ@120	16φ@120	16φ@120	—
鋼板幅	—	—	—	250	130	—
設計破壊モード	コンクリートの支圧			スタッドのせん断	鋼板界面のせん断	突起の破断
コンクリート強度 (N/mm <sup>2</sup> )	19.1	13.4	20.2	19.1	19.1	19.1
ヤング係数 (10 <sup>4</sup> N/mm <sup>2</sup> )	2.30	2.06	1.49	2.30	2.30	2.30

表2 材料試験結果

径	適用箇所	降伏点強度 (N/mm <sup>2</sup> )	引張強度 (N/mm <sup>2</sup> )
D16	あと施工アンカー	383	532
16φ	頭付きスタッド	—	390
13φ	頭付きスタッド	338	485
13φ	鋼板取付けアンカー	—	490

### 3. 実験結果

#### (1) 実験経過

図2に荷重－変形関係を示す。

在来工法の No.1, 2 はコンクリート－グラウト間で滑りが生じ、急激に耐力が低下した。加力を更に進めると穏やかに耐力が低下し、十分な変形性能を示した。軽量コンクリートを用いた No.3 は、鉄骨－グラウト間の下部に隙間を生じながら接合面全体で滑りが生じた。荷重の増加が穏やかになり、変形が進んで最大荷重に達した。

鉄骨側スタッド、既存躯体側のアンカー筋のひずみについて見ると、No.1, 2 とともに最大荷重時に全体の 1/2 のスタッドが降伏ひずみに達していた。No.3 は No.1, 2 より多い 3/4 のスタッドが降伏ひずみに達した。一方、アンカー筋についてみると、いずれの試験体の試験体の降伏ひずみに達しておらず、数百 $\mu$ ～1000 $\mu$ であった。

加力終了後、充填モルタルを除去してアンカー筋、スタッドの変形状況を観察した。No.1, 2 では試験体上部のアンカー筋の著しい変形は観察されないが、コンクリートへの固定度が低下し、緩みが観察された。これはコンクリートが支圧破壊したものと考えられる。一方、下部のアンカー筋はコンクリートに十分に固定されていたが、固定部で S 字に変形しており、上下のアンカー筋で状況が異なっている。No.3 のアンカー筋はコンクリートに十分に固定されていた。アンカー筋に比べて、スタッドの変形が著しい。

アンカー付き鋼板を貼付けた No.4 は鉄骨下側のスタッドが降伏し、荷重の上昇が穏やかになった。更に加力を進めると、鋼板－コンクリートの接着面で剥離が生じ耐力の低下を起こした。鋼板の接着面積の小さい No.5 は鋼板の剥離破壊により、急激に荷重の低下を起こした。

突起付きシートを貼付けた No.6 は鉄骨側に溶接した最上部の異形鉄筋位置でグラウトにひび割れが発生し、突起付きシートの上二段の突起には鉄骨から荷重が伝達されない機構となった。加力を進めると突起部分のせん断耐力で最大荷重に達した。突起が延性することにより穏やかな耐力低下を示し、最終的には突起部の引張破断により、急激に耐力低下を起こした。

(2) 耐力 試験体の耐力は、次の式<sup>1,2)</sup>より得られた値のうち最も小さい値とした。

$$Q_{a1} = n \times 0.7 \times \sigma_y \times s \times a_e \quad (1)$$

$$Q_{a2} = n \times 0.4 \sqrt{E_c \times \sigma_B} \times s \times a_e \quad (2)$$

$$Q_{ds} = n \times 0.64 \times \sigma_{max} \times a_s \quad (3)$$

$$Q_{ja} = 0.38 \sqrt{\sigma_B} \times B_j \times L_a \quad (4)$$

$$Q_{ss} = n \times s \times a_s \times \sigma_t \quad (5)$$

ここで、 $Q_{a1}$ 、 $Q_{a2}$ 、 $Q_{ds}$ 、 $Q_{ja}$ 、 $Q_{ss}$ は、それぞれあと施工

アンカーのせん断耐力、既存躯体コンクリートの支圧耐力、スタッドのせん断耐力、接着接合部のせん断耐力、突起部のせん断耐力を表す。

表3に実験結果と計算値との比較を示す。No.3, 6 は、両者はよく対応しているが、それ以外は実験結果が計算値を下回っている。No.1, 2 ついては、先に述べたようにアンカー筋が均等に荷重を負担していないことと、破壊モードが複合しているために、実験値が計算値を下回ったものと考えられる。

No.4, 5 は鋼板に溶接されたスタッドに作用するせん断力により接着された鋼板が局部的に変形することで、純粋なせん断力による耐力が小さくなったと考えられる。

#### 4. まとめ

鉄骨ブレースと既存躯体の接合部の基本性能に関する実験結果について述べた。接合部の施工合理化を目的とした工法については、更なる検討が必要であるが、実用化の可能性はある。

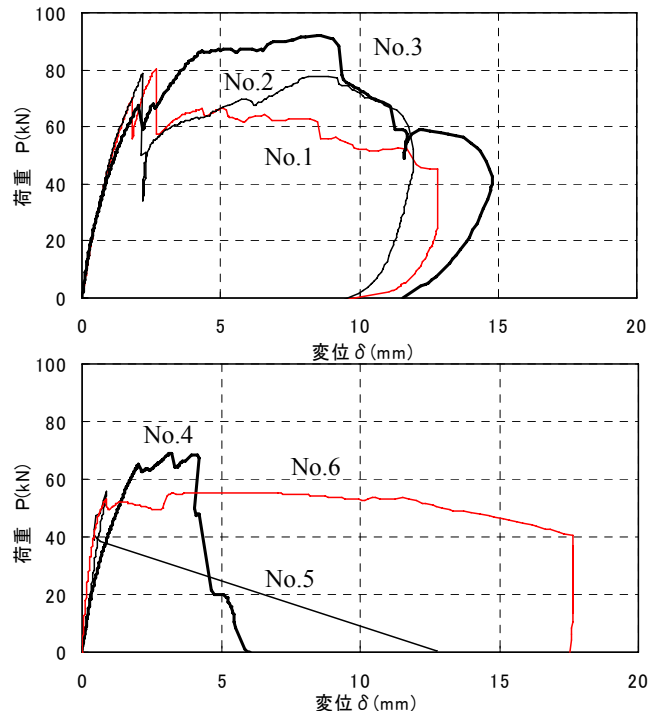


図2 荷重－変形関係

表3 実験結果と計算値の比較

No.	実験値 (kN)	Qa1 (kN)	Qa2 (kN)	Qds (kN)	Qja (kN)	Qss (kN)	min(Qi) (kN)	実/計
1	80.5	101.1	105.5	165.1	—	—	101.1	0.80
2	78.6	101.1	83.6	165.1	—	—	83.6	0.94
3	91.8	101.1	87.3	165.1	—	—	87.3	1.05
4	69.2	187.2	134.7	100.3	166.1	—	100.3	0.69
5	56.0	187.2	134.7	100.3	86.4	—	86.4	0.65
6	55.2	—	—	—	—	56.7	56.7	0.97

参考文献 1) 日本建築防災協会：2001年改訂版 既存コンクリート造建築物の耐震改修設計指針・同解説  
2) 宮内他、鉄骨ブレースの接着工法により耐震補強された RC 架構の力学性状、コンクリート工学年次論文報告集、Vol.20, No.3, 1998

\*1 ハザマ 技術研究所

\*2 神奈川大学建築学科 教授 工博 (工学)

\*1 Technical Research Institute, HAZAMA Corp.

\*2 Prof., Kanagawa Univ., Dr. Eng.