

スチールハウスアンカーボルト接合部せん断試験  
KC型スチールハウスの諸性能に関する研究 その15

スチールハウス アンカーボルト 接合部 せん断試験  
支圧耐力

正会員○唐津 敏一\*1 同 加藤 征宏\*2  
同 井戸田秀樹\*3 同 中川 郷司\*4  
同 清水 秀夫\*5

1. まえがき

壁を基礎に固定する場合の下枠材と基礎とのアンカーボルト接合部について、薄鋼板の支圧により決定されるせん断耐力を調べるためにせん断試験を行った。図1に基礎部納まりを示す。また、アンカーボルト接合部の支圧耐力を高めるための各種補強方法についても試験をしてその効果を調べた。

2. 試験概要

試験の目的が下枠材の支圧耐力の検討であるため、基礎と下枠材のアンカーボルト接合部をモデル化した図2の試験体で一面せん断試験を行った。即ち、基礎部分を16mm厚の鋼板にして、それに下枠材をボルトで固定する。偏心載荷を防止するため、下枠材を厚鋼板の両側に設置した。下枠材はスチールハウス用表面処理形鋼ZSB400(I-92×40×1.0,1.2)を使用し、アンカーボルトは強度区分4.6、表面処理ユニクロの全ねじ六角ボルト(M12,16)に置き換えた。接合部組立てに際し、ボルト締付けトルクを標準締付けトルクの70%に設定した。試験体は基本形は2体とし、その他は1体とした。試験体の明細を表1に示す。比較パラメータは、ボルト径と板厚の組合せ、丸座金と角座金、ボルト孔径の大小とした。また、接合部に下枠材と同厚の形鋼をタッピングねじで固定し補強したタイプも試験した。

試験は1000KN万能試験機を使用し、荷重-変形関係、最大耐力、破壊状況を調べた。接合部ずれ量はボルト接合部を中心にした100mmを標点間距離とした。

また使用した形鋼ZSB400の材料特性は前報と同じである。

3. 試験結果と考察

せん断試験結果を表2に示す。またボルト1本当たりの最大支圧耐力を表3に示す。2体試験したものは平均値とした。表中に、AISI規準および「軽鋼構造設計施工指針・同解説」に準拠した最大支圧耐力の計算値と、前報で得られたスチールハウスボルト接合部の試験値を示す。同一ケースでの最大耐力、最大荷重時変形の差は、支圧破断線の形状の違いによる。破壊パターンは、材の支圧破断によるボルト引抜けとボルト破断の2パターンである。

基本タイプについてみると、最大支圧耐力はAISI規準の計算値に対してボルト径M12は76および80%の試験

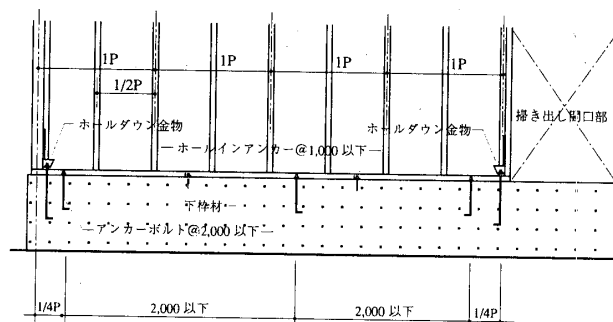


図1 基礎部納り図

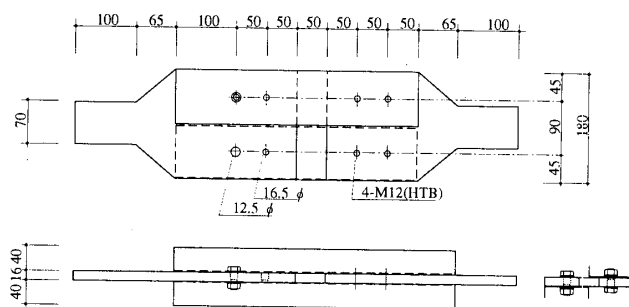


図2 試験体形状

表1 せん断試験体

| NO. | 試験体記号          | ボルト径 | 部材  |      | ボルト孔径<br>φ(mm) | 座金           |
|-----|----------------|------|-----|------|----------------|--------------|
|     |                |      | 鋼種  | (mm) |                |              |
| 1   | M12-Z10        | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | 丸座金(D24,2.3) |
| 2   | M12-Z12        | M12  | ZSB | 1.2  | 14.0           | 〃            |
| 3   | M16-Z10        | M16  | ZSB | 1.0  | 18.0           | 丸座金(D30,3.2) |
| 4   | M16-Z12        | M16  | ZSB | 1.2  | 18.0           | 〃            |
| 5   | M12-Z10-WS1    | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | 角座金(D40,4.5) |
| 6   | M12-Z12-WS1    | M12  | ZSB | 1.2  | 14.0           | 〃            |
| 7   | M12-Z10-WS2    | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | 角座金(D80,6)   |
| 8   | M12-Z12-WS2    | M12  | ZSB | 1.2  | 14.0           | 〃            |
| 9   | M12-Z10-C05    | M12  | ZSB | 1.0  | 12.5           | 丸座金(D24,2.3) |
| 10  | M12-Z10-C1     | M12  | ZSB | 1.0  | 13.0           | 〃            |
| 11  | M12-Z10-WS1-C4 | M12  | ZSB | 1.0  | 16.0           | 角座金(D40,4.5) |
| 12  | M12-Z10-WS2-C6 | M12  | ZSB | 1.0  | 18.0           | 〃 (D80,6)    |
| 13  | M12-Z10(D)     | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | 丸座金(D24,2.3) |
| 14  | M12-Z10(D)-WS1 | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | 角座金(D40,4.5) |
| 15  | M12-Z10(D)-WS2 | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | 〃 (D80,6)    |
| 16  | M12-Z10-N      | M12  | ZSB | 1.0  | 14.0           | ナット、座金なし     |
| 17  | M12-Z12-N      | M12  | ZSB | 1.2  | 14.0           | 〃            |
| 18  | M16-Z10-N      | M16  | ZSB | 1.0  | 18.0           | ナット、座金なし     |
| 19  | M16-Z12-N      | M16  | ZSB | 1.2  | 18.0           | 〃            |

Shear Loading Test for Anchor-Bolted Connection on Steel-Framed Houses  
Study on Properties of KC-TYPE Steel-Framed Houses (Part 15)

KARATSU Toshikazu, KATO Masahiro, IDOTA Hideki, NAKAGAWA Satoshi, SHIMIZU Hideo

結果となり、ボルト径 M16 では 64% および 68% と更に下がった。また、「軽鋼構造設計施工指針・同解説」に準拠した計算値は試験値より小さく過小評価となっている。

表3の(参考)に示す前報の躯体に使用する場合の薄板同志のボルト支圧耐力試験結果より、アンカーボルト支圧耐力は低下した。これは、前報の試験結果として得られた厚い方の板厚が1.6mm 越えて、支圧耐力が下がる傾向と一致した。

支圧耐力を上げるための各種補強法については、丸座金より大きいサイズの角座金を使用した場合および接合部を鋼材で補強した場合とも効果は著しいが、孔径を小さくすることは耐力に影響がほとんどなかった。角座金(D40,4.5t)の使用により、耐力は AISI 規準の計算値の 118% と向上した。また、角座金(D80,6t)ではさらに耐力が向上しボルト破断により耐力が決まった(図3参照)。孔径を基本タイプ(d+2mm)より小さくした(d+1mm)ではほとんど耐力に差はなく、(d+0.5mm)でも6%程度の向上であった(図4参照)。接合部を同一形鋼で補強した試験体はボルトで破壊し上限値は不明であるが支圧耐力は向上することがわかった。

孔径クリアランスを4mmおよび6mmと大きくしたのも角座金を使用すれば耐力は向上し、AISI 規準値より大きな試験結果となった。また、座金、ナットなしのボルト締めなしは基本タイプに対して、M12では60%、M16では70%程度の耐力が得られた。

4. まとめ

- 1) 丸座金を使用した基本タイプの下枠材のアンカーボルト接合部支圧耐力は、AISI規準値の65~80%となる。また、「軽鋼構造設計施工指針・同解説」に準拠した計算値は過小評価となる。
- 2) 大きいサイズの角座金を使用した場合、接合部を鋼材で材補強することにより、AISI規準値を上回る支圧耐力とすることが可能である。
- 3) 孔径を大きくしても角座金を使用すれば、AISI 規準値を上まわることがわかった。

参考文献

- 1) 軽鋼構造設計施工指針・同解説 日本建築学会
- 2) Cold-Formed Steel Design Manual, AISI

- 1) 神戸製鋼
- 2) 愛知産業大学建築学科教授・工博
- 3) 名古屋工業大学社会開発工学科建築系助教授・工博
- 4) 川崎製鉄
- 5) 住友金属工業

表2 せん断試験結果

| NO | 試験体記号              | 最大荷重 (ton) | 最大荷重時 変形(mm) | 破壊状況   | 比較パラメータ                          |
|----|--------------------|------------|--------------|--------|----------------------------------|
| 1  | M12-Z10 (1)        | 2.73       | 7.01         | 支圧     | 基本タイプ<br>丸座金(D24,2.3t)<br>孔径d+2  |
|    | M12-Z10 (2)        | 2.57       | 6.12         | 支圧     |                                  |
| 2  | M12-Z12 (1)        | 3.46       | 3.59         | 支圧     | 丸座金(D30,3.2t)<br>孔径d+2           |
|    | M12-Z12 (2)        | 3.32       | 7.82         | 支圧     |                                  |
| 3  | M16-Z10 (1)        | 2.93       | 5.80         | 支圧     | ボルト径：大<br>丸座金(D30,3.2t)<br>孔径d+2 |
|    | M16-Z10 (2)        | 3.01       | 10.70        | 支圧     |                                  |
| 4  | M16-Z12 (1)        | 4.01       | 5.59         | 支圧     | 角座金(D40,4.5t)                    |
|    | M16-Z12 (2)        | 3.72       | 8.27         | 支圧     |                                  |
| 5  | M12-Z10-WS1 (1)    | 3.96       | 10.55        | 支圧     | 角座金(D80,6t)                      |
|    | M12-Z10-WS1 (2)    | 4.36       | 11.96        | 支圧     |                                  |
| 6  | M12-Z10-WS1 (1)    | 5.05       | 10.58        | 支圧     | ボルト孔径：小                          |
| 7  | M12-Z10-WS2        | 4.70       | 16.58        | 片ボルト破断 |                                  |
| 8  | M12-Z10-WS2        | 5.29       | 11.20        | 両ボルト破断 | ボルト孔径：大<br>角座金                   |
| 9  | M12-Z10-C05        | 2.83       | 7.16         | 支圧     |                                  |
| 10 | M12-Z10-C1         | 2.68       | 5.38         | 支圧     | 接合部鋼材：2枚                         |
| 11 | M12-Z10-WS1-C4 (1) | 4.48       | 12.33        | 支圧     |                                  |
| 11 | M12-Z10-WS1-C4 (2) | 4.30       | 10.21        | 支圧     | ボルト締めなし                          |
|    | M12-Z10-WS2-C-6    | 4.97       | 15.32        | 支圧     |                                  |
| 13 | M12-Z10(D) (1)     | 4.83       | 11.84        | 支圧     | ボルト孔径：大<br>角座金                   |
|    | M12-Z10(D) (2)     | 5.44       | 11.96        | 両ボルト破断 |                                  |
| 14 | M12-Z10(D)-WS1     | 5.49       | 6.34         | 両ボルト破断 | ボルト締めなし                          |
| 15 | M12-Z10(D)-WS2     | 5.33       | 6.75         | 両ボルト破断 |                                  |
| 16 | M12-Z10-N          | 1.71       | 7.74         | 支圧     | ボルト締めなし                          |
| 17 | M12-Z12-N          | 2.06       | 6.27         | 支圧     |                                  |
| 18 | M16-Z10-N          | 2.16       | 8.39         | 支圧     |                                  |
| 19 | M16-Z12-N          | 2.80       | 8.47         | 支圧     |                                  |

表3 ボルト一本当りの最大支圧耐力

| ボルト径<br>d(mm) | 板厚<br>(mm) | 試験条件                  | 計算値(ton) |      | 試験値<br>(ton) | (参考)<br>ボルト接合<br>試験値(ton) |
|---------------|------------|-----------------------|----------|------|--------------|---------------------------|
|               |            |                       | AISI規準   | 軽鋼指針 |              |                           |
| M12           | 1.0        | 基本タイプ                 | 1.76     | 1.10 | 1.33         | 1.50                      |
|               |            | 角座金(D40,4.5t)         |          |      | 2.08         |                           |
|               |            | 角座金(D80,6t)           |          |      | 2.35*        |                           |
|               |            | 孔径d+0.5               |          |      | 1.42         |                           |
|               |            | 孔径d+1.0               |          |      | 1.34         |                           |
|               |            | 角座金(D40,4.5t)、孔径d+4.0 |          |      | 2.20         |                           |
|               |            | 角座金(D80,6t)、孔径d+6.0   |          |      | 2.49         |                           |
|               |            | 接合部鋼材補強               |          |      | 2.57         |                           |
|               |            | 同上、角座金(D40,4.5t)      |          |      | 2.75*        |                           |
|               |            | 同上、角座金(D80,6t)        |          |      | 2.67*        |                           |
| ボルト締めなし       |            |                       | 0.86     |      |              |                           |
| M12           | 1.2        | 基本タイプ                 | 2.13     | 1.33 | 1.70         | 1.77                      |
|               |            | 角座金(D40,4.5t)         |          |      | 2.53*        |                           |
|               |            | 角座金(D80,6t)           |          |      | 2.65*        |                           |
|               |            | ボルト締めなし               |          |      | 1.03         |                           |
| M16           | 1.0        | 基本タイプ                 | 2.34     | 1.46 | 1.49         |                           |
|               |            | ボルト締めなし               |          |      | 1.08         |                           |
| M16           | 1.2        | 基本タイプ                 | 2.84     | 1.77 | 1.94         | 2.13                      |
|               |            | ボルト締めなし               |          |      | 1.40         |                           |

\* ボルト破断により決まった支圧耐力

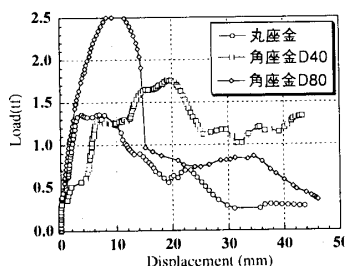


図3 荷重変形関係 (M12-Z10 座金別)

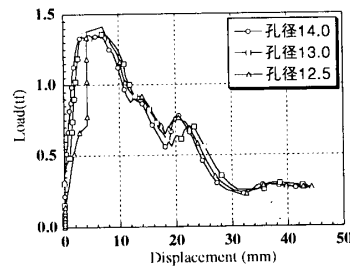


図4 荷重変形関係 (M10-Z10 孔径別)