

# 接着した鋼板接合部の高温環境下における接着強度に関する報告 —接着剤により鉄骨ブレースを取り付ける耐震補強工法—

清井宗孝<sup>\*1</sup>・松浦恒久<sup>\*2</sup>・坂口智也<sup>\*3</sup>・宇野哲生<sup>\*4</sup>

鉄骨造建物の耐震補強工事を対象に、接着剤を用いて鉄骨ブレースを取り付ける耐震補強工法を開発した。本工法は、一般的な耐震補強工事で使用される溶接とは異なり火気を使用しないため可燃物を取り扱う倉庫、稼働中の工場などにも安心して使用できる耐震補強工法である。開発にあたり接合部の接着性能及び接着剤のせん断強度に与える施工条件の影響を明らかにするために、接着接合部のみを取り出した要素試験体による引張試験を実施した。実験により、接着性能の確認および接着強度への施工条件の影響について確認した。また、接着剤は高温になると強度低下を示す傾向があるため、実建物での温度測定、設計温度の設定法の検証について報告する。

キーワード：耐震補強、接着剤、鉄骨造、ブレース、ガセットプレート

## 1. はじめに

従来の鉄骨造における耐震補強工事では、既存躯体と補強ブレースとの接合方法は、一般的に現場溶接が用いられている。現場溶接では、溶接火花が発生するため、厳密な火花養生が必要となり、養生が困難な状況にあつては、火災に繋がる恐れがある。また溶接部の品質や作業環境の面でも、下向きの溶接姿勢とすることが困難であること、既存躯体が溶接に適さない材質の可能性があること、さらに溶接部周辺に溶接作業の障害物が存在する可能性があることなど適切な溶接を実施するための課題がある。

そこで、火気を使用せずに、既存鉄骨建物の柱・梁部材に補強鉄骨ブレースをエポキシ樹脂接着剤で取り付ける耐震補強工法を開発した。具体的には、図-1のようにH形鋼、または角形鋼管の表面にガセットプレートを接着接合し、鉛直あるいは水平ブレースをこのガセットプレートにボルト接合により取り付けるものである。

本論文では、接着接合部の強度確認試験結果、および実建物での温度測定、設計温度の設定法について報告する。

## 2. 接合部の強度確認試験

接合部の接着性能及び接着剤のせん断強度に与える施工条件の影響を明らかにするために、接着接合部のみを取り出した要素試験体による接着面を二面とした引張試験（二面せん断試験）を実施し、接着部のせん断強度について検討した。さらに、二面せん断試験の結果を基に実施工を想定した施工条件下での引張試験（一面せん断試験）を実施した。

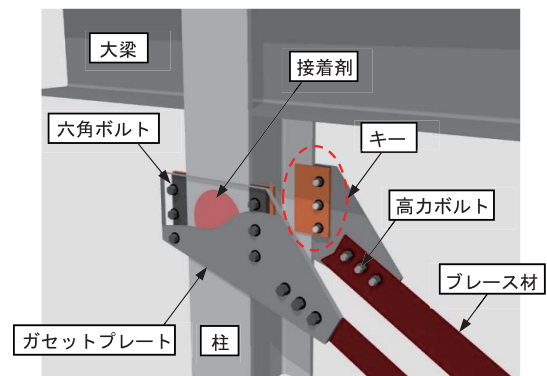


図-1 工法概要

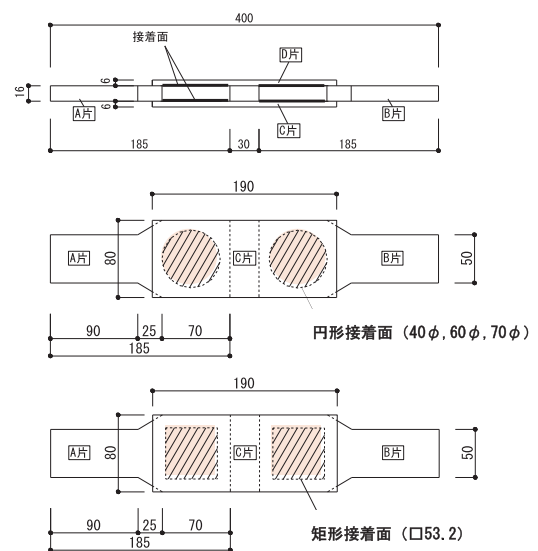


図-2 試験体形状

### 2.1 引張試験（二面せん断試験）

#### (1) 試験体および試験方法

試験体は図-2に示すように既存鉄骨を模擬した2枚

の鋼板と、補強用のガセットプレートを模擬した2枚の鋼板で構成した二面せん断型の形状とした。表-1に試験体一覧を示す。試験体のパラメータは、接着面形状(円形, 矩形), 接着面の大きさ(40φ, 60φ, □53.2(60φと同面積となる53.2mm角の正方形), 70φ), 接着層厚さ(0.1mm, 0.5mm, 1.5mm), 接着面の下地処理方法(ブラスト処理, ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理)の4つの因子とした。試験体はパラメータ毎に各5体, 計120体とした。鋼板の材質は全てSS400とし, 接着剤は鋼板同士の接着強さ10(N/mm<sup>2</sup>)以上, かつ圧縮降伏強さ45(N/mm<sup>2</sup>)以上のコニシE258(エポキシ系接着剤)を使用した。接着部は, 鋼板の両面に所定の接着面形状及び接着面積となるようにマスキングテープを貼り, 接着部分のみを切り取り, 接着部を管理した。試験体は室温20℃の環境下で製作し, 接着後7日間以上の養生を行った。

二面せん断試験は一方単調載荷とし, 載荷は接合部が破断するまで実施した。載荷はインストロン型の試験機を用いて行い, 計測項目は, 荷重および変位とした。

(2) 試験結果

表-1に実験結果を併記する。せん断強度は最大荷重を破断側の二面の接着面積の合計で除して求め, 表中の平均せん断強度は試験体5体の平均値である。せん断強度は, 13.5~20.4 N/mm<sup>2</sup>であった。

図-3にせん断強度と実接着層厚さの関係は接着面の下地処理方法毎に示す。接着層厚さによる影響は, 接着面の下地処理方法によらず, 接着層厚さが厚くなるに従い, せん断強度が低下する傾向が見られる。

図-4に接着面の下地処理方法毎のせん断強度と接着面積の関係を示す。ここで, 円形(接着層厚さ0.1~1.5mm)の接着面形状の試験体のみに着目し, 同じパラメータの試験体(5体)の平均値をプロットした。さらに, 下地処理方法別に同一接着面積のプロットについて平均値を算出し, それを実線で結ぶと, 接着面積がせん断強度に与える影響は, 接着面の下地処理方法によって異なる傾向が見られた。ブラスト処理では, 接着面積の大きさによる強度の差は殆ど見られないが, ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理では, 接着面積が大きくなるに従い強度が低下する傾向が見られる。また接着面をブラスト処理とした試験体は, ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理としたものよりも全体的に大きなせん断強度が見られた。その強度差は, 接着面積が大きくなるに従い拡大する傾向を示し, 接着面積70φ(7696mm<sup>2</sup>)では, ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理でのせん断強度はブラスト処理の75%程度の値となっている。また, ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理の方が, ばらつきが大きい傾向が見られた。

図-5にブラスト処理した試験体の接着面形状による影響を示す。接着面積が等価な60φと□53.2を比較す

ると, 各接着層厚さで形状による強度の違いは殆ど見られない。

表-1 試験体一覧

試験体	接着面形状	接着面の大きさ	設定接着面積(mm <sup>2</sup> )	設定接着層厚さ(mm)	平均せん断強度(N/mm <sup>2</sup> )		
B-C-40-01	円形	40φ	2513	0.1	17.5		
B-C-40-05				0.5	18.8		
B-C-40-15				1.5	18.1		
B-C-60-01				60φ	5654	0.1	19.5
B-C-60-05						0.5	20.4
B-C-60-15	1.5	18.7					
B-P-53-01	矩形	□53.2	0.1			19.6	
B-P-53-05			0.5			20.4	
B-P-53-15			1.5	18.2			
B-C-70-01			円形	70φ	0.1	19.3	
B-C-70-05					0.5	19.9	
B-C-70-15	1.5	19.4					
W-C-40-01	40φ	2513			0.1	18.8	
W-C-40-05					0.5	18.1	
W-C-40-15			1.5	16.5			
W-C-60-01			60φ	5654	0.1	18.7	
W-C-60-05					0.5	16.0	
W-C-60-15	1.5	15.6					
W-P-53-01	矩形	□53.2			0.1	18.1	
W-P-53-05					0.5	16.4	
W-P-53-15			1.5	14.4			
W-C-70-01			円形	70φ	0.1	16.7	
W-C-70-05					0.5	14.5	
W-C-70-15	1.5	13.5					

※試験体名凡例 B<sup>①</sup>-C<sup>②</sup>-40<sup>③</sup>-01<sup>④</sup>  
 ①: 接着面処理, ②: 接着面形状, ③: 接着面の大きさ, ④: 設定接着層厚さ  
 試験体の記号(B: ブラスト処理, W: ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理, C: 円形, P: 矩形)

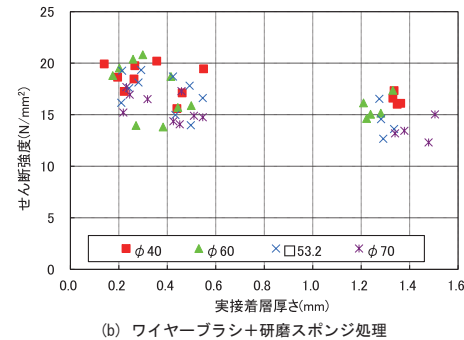
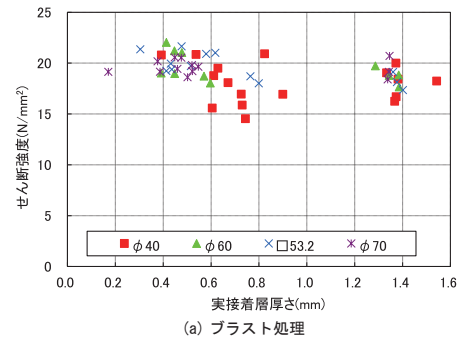


図-3 せん断強度と実接着層厚さの関係

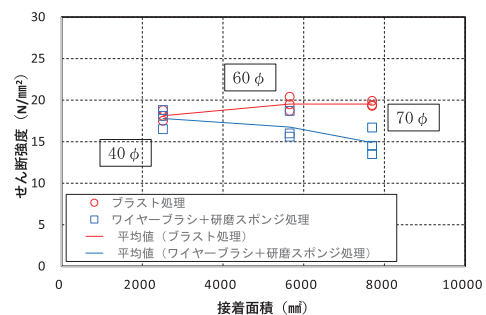


図-4 せん断強度と接着面積の関係

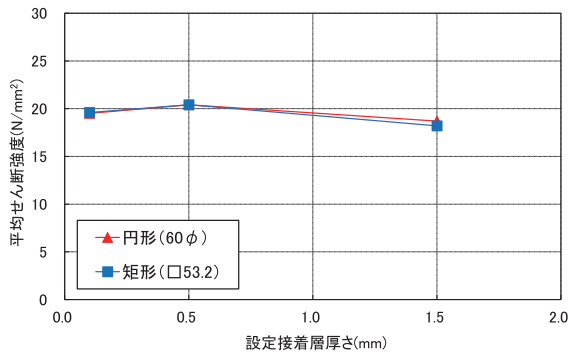


図-5 接着面形状による影響

## 2.2 引張試験（一面せん断試験）

### (1) 試験体

図-6 に試験体形状、表-2 に試験体一覧を示す。試験体は実施工を想定し、既存鉄骨を模擬した鋼板と補強用のガセットプレート（HTB 3-M22）を模擬した鋼板で構成される一面せん断型の試験体とした。試験体のパラメータは、接着面積および試験体温度とし、接着面積は実大スケールとして 60 φ、100 φ、150 φ、200 φ の 4 水準とした。なお、接着面の形状はブレースの取り付け角度の影響のない円形とした。接着剤は高温になると強度低下を示す傾向があるため、試験時の試験体温度を常温と夏季を想定した 30℃、60℃とした。ここで、60℃は後述する夏季の屋根面水平ブレース部分で想定される温度である。試験体数はパラメータ毎に各 3 体の計 24 体とした。

全ての試験体の下地処理方法は二面せん断試験の結果を基に決定し、ワイヤーブラシ+研磨スポンジ処理よりも高いせん断強度であったブラスト処理とした。また接着層厚さは接着剤が厚くなるに伴い接着強度が低下する傾向であったため、安全側の評価となるように、二面せん断試験で確認した最大接着層厚さの 1.5mm とした接着剤は鋼板同士の接着強さ 10 (N/mm<sup>2</sup>) 以上かつ圧縮降伏強さ 45 (N/mm<sup>2</sup>) 以上のコニシ E258 (エポキシ系接着剤) を、鋼材の材質は SS490 を使用した。接着部は、二面せん断試験と同様に鋼板の両面に所定の接着面形状及び接着面積となるようマスキングテープを貼り、接着部分のみを切り取り、接着部を管理した。試験体は室温 20℃ の環境下で製作し、接着後 7 日間以上の養生を行った。

図-7 に試験温度設定のための試験体加熱状況を示す。一面せん断試験も二面せん断試験と同様に一方向単調載荷とし、アムスラー型万能試験機を用いて接合部が破断するまで載荷した。高温環境下での使用を想定した温度 60℃の試験体は、恒温槽で約 6 時間の加熱をし、試験体全体が均一の温度となるようにした。載荷時は接着剤の端部の温度が 60℃以上であることを熱電対で確認した。接着剤の端部が 60℃を下回らないようドライヤーで加熱し、所定の温度を保持しながら試験を実施した。なお、温度 30℃の試験体については、夏季に実施した

試験のため常温で 30℃程度となっており、加熱せずに試験を行った。計測項目は、試験体温度、荷重、変形量、鋼板のひずみとした。

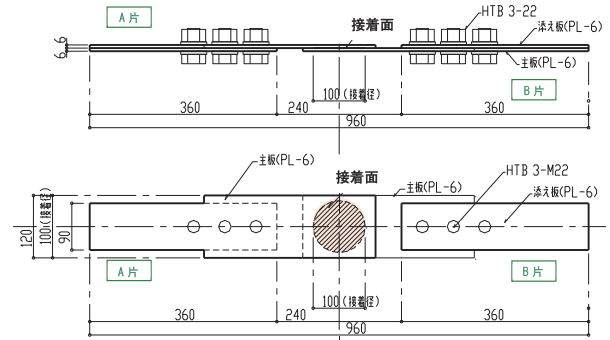


図-6 試験体形状（接着面積 100 φ）

表-2 試験体一覧

試験体	温度 (°C)	試験体温度 (°C)	平均接着層厚さ (mm)	設定接着面積 (mm <sup>2</sup> )	平均せん断強度 (N/mm <sup>2</sup> )
60-30	30	30.7	1.35	2827	16.9
100-30		27.0	1.39	7854	13.1
150-30		26.7	1.41	17671	12.7
200-30		27.7	1.49	31416	13.3
60-60	60	61.8	1.36	2827	3.6
100-60		61.2	1.58	7854	3.2
150-60		61.4	1.25	17671	4.2
200-60		61.7	1.44	31416	3.7

※試験体名凡例 60<sup>①</sup>-30<sup>②</sup> ①：接着面積、②：温度



(a) 恒温槽で加熱 (b) ドライヤーで加熱

図-7 試験体加熱状況

### (2) 試験結果

表-2 に示す平均せん断強度は、最大荷重を実接着面積で除して求めた 3 体の試験結果の平均値である。せん断強度は、試験体温度が 30℃の場合は 12.7 ~ 16.9 N/mm<sup>2</sup>、60℃の場合は 3.2 ~ 4.2 N/mm<sup>2</sup> であった。

図-8 に代表的な平均せん断応力度と変形の関係を示す。接着部の温度が 30℃と 60℃の試験体を比較すると、接着剤の初期剛性に大きな差が見られ、60℃では 30℃に比べ概ね 1/4 になっている。また破断時の変位も 30℃で約 0.6mm、60℃で 1.5mm と 60℃の方が大きくなっている。

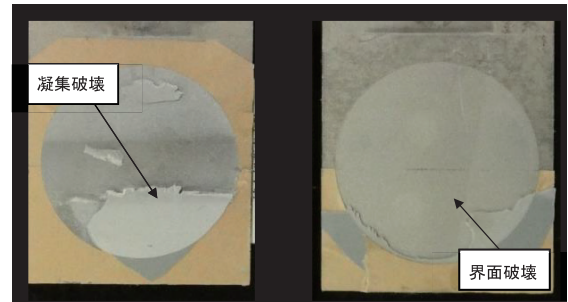
図-9に代表的な接着面の破壊状況を示す。接着面の破壊形式は、試験体温度が30℃では硬化した接着剤層が破壊する凝集破壊、60℃では接着剤層と鋼板の境界面が破壊する界面破壊が観察され、温度の違いにより破壊形式の出現傾向に差が見られた。

図-10にせん断強度と接着面積の関係を示す。図中には、各試験体の平均値およびばらつき範囲を併記している。試験体温度が30℃の場合は、接着面積が60φから100φに増加にするとせん断強度が低下する傾向が見られるが、100φ以上の面積になると、せん断強度に明確な差は見られない。また、試験体温度が60℃の場合は30℃とは異なり、せん断強度はほぼ一定で、接着面積が増大してもせん断強度の低下は見られない。

図-11にせん断強度と温度の関係を示す。試験体温度60℃では30℃に比べ、せん断強度が約1/3～1/5と著しく低下する傾向が見られた。

図-12に代表的な鋼板のひずみと平均せん断応力度の関係を示す。接着面に対して軸方向にひずみゲージを3カ所ずつ、各鋼板に貼り付けた。ここで、鋼板(片面)に生じたひずみを示す。鋼板のひずみは、③の接着部端部では大きな圧縮ひずみが生じ、②の接着部中央部では引張ひずみが生じている。試験体は一面せん断型試験体であり、接着部分の鋼板には引張力と偏心モーメントが作用するため、③の接着部端部には圧縮ひずみが生じたと考えられる。また、接着接合部に偏心モーメントが作用することにより、接着部端部の接着面には接着部に対

して面外方向の力が作用したため、二面せん断型試験体の実験結果(せん断強度が概ね15～20(N/mm<sup>2</sup>)の範囲で推移)よりもせん断強度が低下したと考えられる。



(a) 試験体温度 30℃ (b) 試験体温度 60℃

図-9 接着面の破壊状況 (150φ)

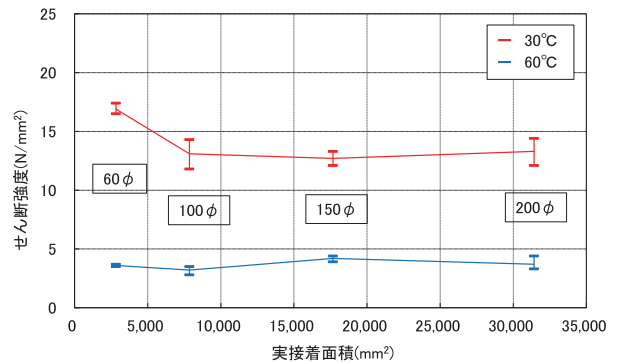


図-10 せん断強度と接着面積の関係

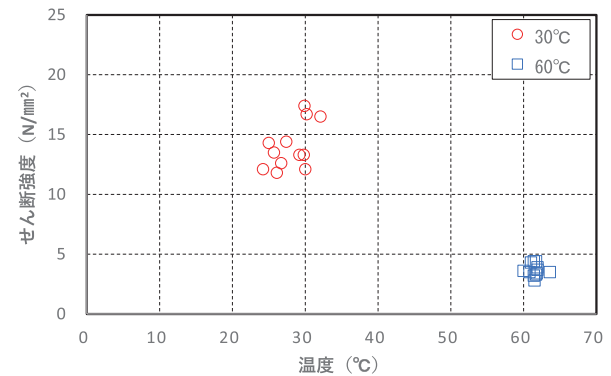


図-11 せん断強度と温度の関係

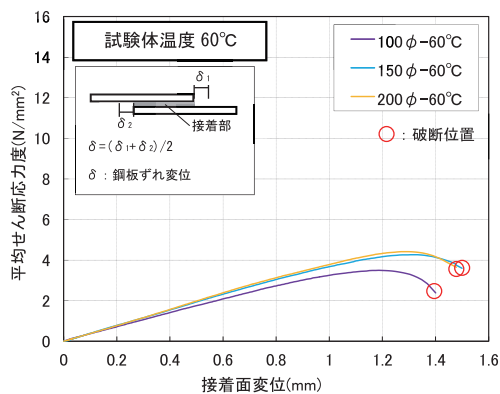
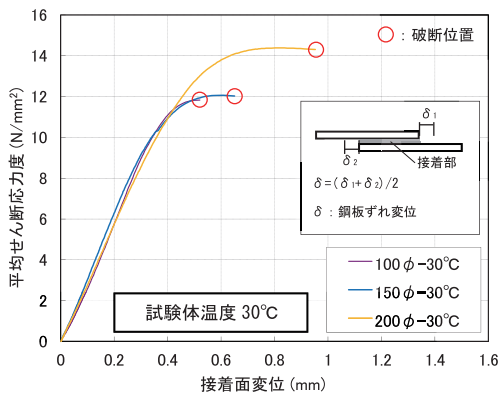


図-8 せん断応力度と変形の関係

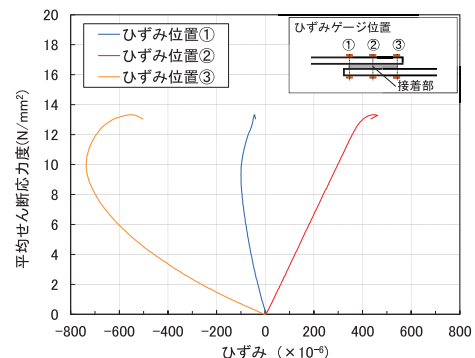


図-12 鋼板のひずみ (100φ)

### 3. 実建物の温度測定と設計温度設定法の検証

接着接合部の強度は高温になると大きく耐力低下を示すため、接合部強度の基となる夏季時の設計温度の設定は重要である。鉛直構面の柱梁架構内のブレースに比べ、屋根面近傍の屋根面水平ブレースは、日射の影響により外装材が外気温以上に上昇し、高温になることが容易に想像できる。そこで、実建物の温度測定を実施するとともに、既往文献による実測データを収集し、設計温度設定法の検証を行った。

#### 3.1 実建物の温度測定

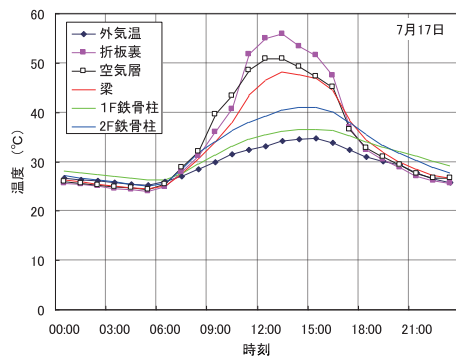
##### (1) 対象建物と計測位置

実測対象建物の概要を表-3、および図-13に示す。図中には計測点を併記した。

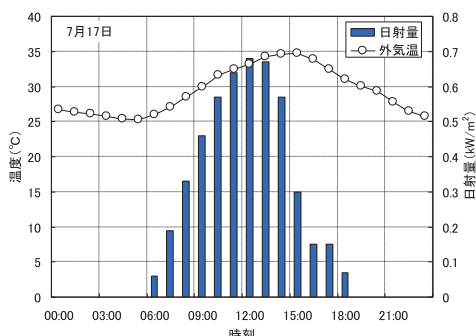
建物内の温度計測は、東南の角に位置する柱および、柱に取り付く梁で行い、対象部位に熱電対を貼り付けて1時間間隔でデータを収録した。なお、外気温は敷地内にある百葉箱内に設置された温度計の値を収録した。

##### (2) 実測結果

実測期間中の最高気温は2012年7月17日で、15時の34.7℃であった。図-14に7月17日の各部位の温度、日射量の変化を示す。折板屋根材の内側の温度は55.8℃、空気層の温度は51.0℃、梁の温度は48.2℃、鉄骨柱の上部は38.3℃である。室内側の空気層の温度は外装材の内表面温度より低下し、鉄骨の温度はさらに空気層の温度より低くなっている。



(a) 各部位の温度変化



(b) 気温および日射量の変化

図-14 実測結果

表-3 建物概要

所在地	茨城県つくば市
構造	鉄骨造
外装材	屋根: カラー垂鉛鉄板@0.8 断熱材 FT
	外壁: 石綿スレート波型サイディング @6 石綿ケイ酸カルシウム板@6下地
規模	39m x 45m x 8.7m(H)
建物方位	短辺がほぼ真南に配置
換気設備	サーモスタット付きルーフファン

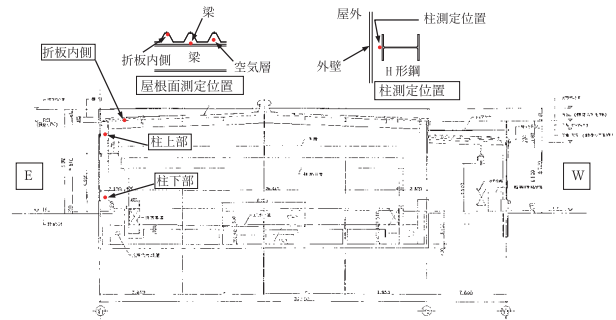


図-13 断面図および計測位置

#### 3.2 設計温度設定法の検証

夏季の水平ブレース（屋根面）の設置で想定される設計温度（上限）について、外気温から接着面（鉄骨温度）を評価する方法から推定する。図-15に設計温度の設定法を示す。外装材の熱貫流抵抗、内外温度差（外装材表面温度と屋内空気温度との差）などにより、一般的に室内側の空気温度は外装材の外表面温度より低下する。同様に鉄骨温度についても、室内側温度は外装材の外表面温度よりも低くなる。設計温度の簡易な設定方法としては、①外装材の外表面温度とする方法、②外装材の室内側温度とする方法の2つがある。その他の方法として、事前調査の実測を基にする方法、および3次元熱・流体解析による方法等もある。本節の検証では外装材の表面または室内側温度を上記①、②の簡易な設定方法により算出する。

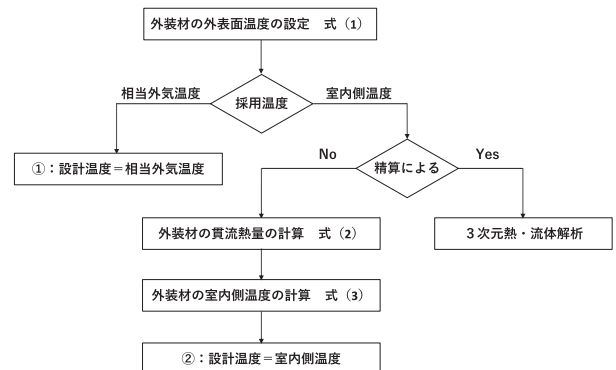


図-15 設計温度の設定法

(1) 相当外気温度

鉄骨は外装材からの対流熱，放射熱により暖められるため，外装材の温度が明確になれば設計温度の設定が可能である。なお，外装材の温度は日射の影響を強く受けるため，日射の影響を考慮した相当外気温度を用いる。相当外気温度は日射による影響を日射の効果を同等な外気温度の上昇とみなして，評価するもので概念図を図-16に示す。相当外気温度<sup>1)</sup>は次式により算定する。

$$T_e = T_o + \frac{\alpha \cdot J}{\alpha_0} \quad (1)$$

ここで， $T_e$ ：相当外気温度， $T_o$ ：外気温度， $\alpha$ ：日射吸収率， $J$ ：対象外装材面入射全日射量 ( $W/m^2$ )， $\alpha_0$ ：外気側総合熱伝達率 ( $W/(m^2 \cdot k)$ )。なお，設計時の外気温度は空調負荷の計算資料，気象庁のアメダス，または実測値を参考とする。

表-4に夏季の外気温度，屋根材の外表面温度，鉄骨温度の実測値と，相当外気温度の計算値を示す。実測値は，既往文献に記載の折板屋根の倉庫<sup>2), 3)</sup>と体育館<sup>4), 5)</sup>における実測データ，および3.1における実測データとし，計算値は各建物の実測データを用いて式(1)から算出した相当外気温度とした。計算式の各種係数は，それぞれ日射吸収率 ( $\alpha=0.5$ )，水平面全日射量 ( $J=957W/m^2$ )，外気側総合熱伝達率 [ $\alpha_0=23W/(m^2 \cdot k)$ ]とした。

図-17に屋根材の外表面温度の実測値と相当外気温度の計算値との比較を示す。No.2は概ね同じ値であり，No.1およびNo.5は，計算値よりも7%程度低い値であった。設計温度として式(1)による相当外気温度を使用することは妥当であると判断できる。

図-18に相当外気温度の計算値と鉄骨温度の実測値との比較を示す。鉄骨温度は外装材の外表面温度より低下するため，鉄骨温度は相当外気温度を下回っている。屋根面の水平ブレースを対象とする設計温度として，相当外気温度を用いることは安全側の評価であり，妥当であると判断できる。

(2) 貫流熱量

外装材からの貫流熱量 $Q_w$ は次式により算定する。

$$Q_w = K_o \cdot A \cdot (T_e - T_i) \quad (2)$$

ここで， $K_o$ ：熱貫流率 [ $W/(m^2 \cdot k)$ ]， $A$ ：外壁の面積 ( $m^2$ )， $T_e$ ：外装材の外表面温度， $T_i$ ：室内空気温度。

(3) 室内側温度

外装材からの貫流熱量により室内側の温度は上昇する。貫流熱量を考慮すると室内側温度 $T$ は次式により算定する。

$$T = T_i + Q_w / (\alpha_i \cdot A) \quad (3)$$

ここで， $\alpha_i$ ：室内表面総合熱伝達率 [ $\alpha_i=9.0W/(m^2 \cdot k)$ ]。

表-5に施設の夏季における外装材の室内側温度の実

測値と計算値の比較を示す。計算値は式(1)～(3)により求まる室内側温度を用いた。ここで，計算式の各種係数は「(1)相当外気温度」の計算で用いた値とした。なお，室内空気温度 $T_i$ は建物内部に熱源が無く，空調が稼働していないため，外気温度とした。外装材の室内側温度の実測値 $55.8^{\circ}C$ に対して，計算値は $53.1^{\circ}C$ であった。僅かに計算値は，実測値を下回っているが，鉄骨温度等は室内側温度より低下するため，室内側温度の算定として式(3)を使用することは妥当であると判断できる。

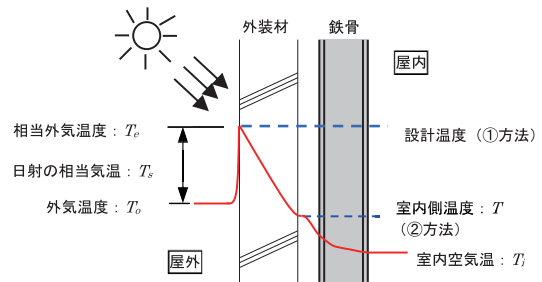


図-16 相当外気温度の概念図

表-4 実測値と計算値

No.	用途	外装材の仕様	実測値			計算値
			外気温度 (°C)	屋根材温度 (°C)	鉄骨温度 (°C)	
1	倉庫 <sup>2)</sup>	二重折板	32.5	49.7	32.5	53.3
2	倉庫 <sup>3)</sup>	折板+裏側断熱材	34.6	55.0	-	55.4
3	体育館 <sup>4)</sup>	折板+耐火断熱複合野地板	34.5	-	36.8	55.3
4	体育館 <sup>5)</sup>	折板+裏側断熱材	34.0	-	53.0	54.8
5	施設	折板+裏側断熱材	34.7	55.8	48.2	59.7

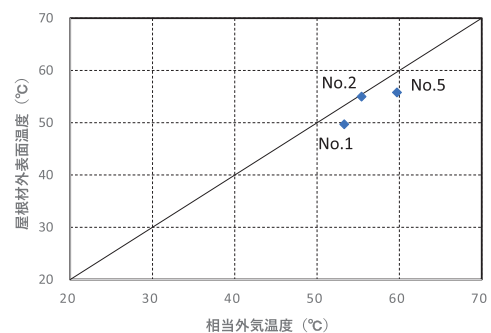


図-17 屋根材の外表面温度と相当外気温度の比較

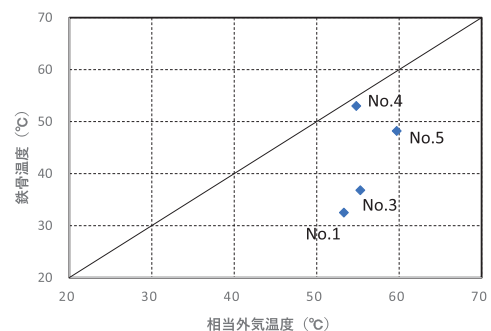


図-18 鉄骨温度と相当外気温度の比較

表－5 施設の夏季における実測値と計算値の比較

外気温度 To(°C)	室内温度 Ti(°C)	相当外気 温度 Te(°C)	面積 A(m <sup>2</sup> )	熱貫流率 Ko [W/(m <sup>2</sup> ·k)]	外装材内 表面温度 (°C)	設計温度 T(°C)
34.7	34.7	59.7	2047.5	6.65	55.8	53.1

#### 4. まとめ

接着剤による耐震補強工法の開発にあたり、本研究では、接着接合部の強度確認試験（引張試験）と設計温度設定法の検証を実施し、以下の知見が得られた。

- 1) 引張試験（二面せん断試験）より、接着性能の確認と接着剤の形状、大きさ、厚さ、下地処理による接着強度への施工条件の影響を明らかにした。具体的には、接着層厚さが厚くなるに従い、せん断強度が低下すること、接着面の下地処理方法のブラスト処理では、接着面の大きさによるせん断強度への影響が殆ど見られないこと、接着面形状の違いによるせん断強度への影響は、殆ど見られないことを確認した。
- 2) 実施工を想定した引張試験（一面せん断試験）により、接着性能の確認および接着面積、温度の接着強度への影響を明らかにした。具体的には、接着部の温度が30°Cと60°Cでは、異なる破壊形式が見られたこと、接着剤の温度が30°Cから60°Cに上昇すると、接着剤のせん断強度は1/3～1/5と著しく低下することを確認した。
- 3) 設計温度設定法について、夏季の鉄骨建物内の鉄骨温度を測定した実測値と、夏季の外気温度、屋根材の外表面温度などから評価した計算値の比較により設定法の妥当性を確認した。

#### 謝辞

本研究は、山田丈富名誉教授（千葉工業大学）に技術指導をして頂き、株式会社コニシの協力を得ながら株式会社西武建設と共同で開発しました。ご協力頂きました関係者の皆様には、ここに感謝の意を表します。

#### 参 考 文 献

- 1) 木村建一：建築設備基礎理論演習，学献社，1992
- 2) 時野谷浩良他：金属系外装材の耐風性能に及ぼす繰り返し荷重の影響 その1：屋根温度の実測事例，日本建築学会大会梗概集 A-1，2005，pp. 921-922
- 3) 及川喜代文他：大きな熱容量をもつ大型倉庫の熱環境に関する研究，日本建築学会大会梗概集 D-2，2000，pp. 77-78
- 4) 若林真一他：体育館大屋根立体トラスの温度・変位の計測，日本建築学会大会梗概集 B-1，1996，pp. 33-34
- 5) 北川勝他：体育館大屋根シリンダー型立体トラス部材の温度および温度応力の実測例，日本建築学会大会梗概集 B，1993，pp. 1519-1520

---

### Research on bond strength of bonded steel plate joints under high temperature environment - Earthquake reinforcement method that attaches a steel brace with adhesives -

Munetaka KIYOI, Tsunehisa MATSUURA, Tomoya SAKAGUCHI and Tetsuo UNO

An earthquake reinforcement method has been developed for earthquake reinforcement of steel-framed buildings, in which steel braces are attached using adhesives. Unlike welding, which is generally used in earthquake reinforcement work, this method does not use fire, so it can be used safely in warehouses and factories that handle combustible materials. In order to clarify the effects of construction conditions on the adhesive performance of the joints and the shear strength of the adhesive, tensile tests were conducted using elemental test specimens from which only the adhesive joints were extracted. Through the experiments, we confirmed the adhesive performance and the influence of construction conditions on the adhesive strength. Since adhesives tend to show a decrease in strength at high temperatures, this paper reports on temperature measurements in actual buildings and the setting of design temperatures.