

宮古島での台風時における機械的固定方法の挙動の観測

－その1 強風時における防水シートの挙動－

加藤 信男* 市川 裕一** 本田 宏武*

要約： 2004年秋の台風襲来時に、機械的固定工法防水層の一部にも被害が発生した。これに対して筆者等は、機械的固定工法防水層の耐風設計資料の提示を目的として、強い台風が接近する沖縄県宮古島に機械的固定工法の屋根面を持つ試験棟を建設し、台風時の風向、風速、風力などの風の性状と防水システムの挙動を実測し分析した。

本報告は、2007年9月12日に最大風速16.8m/s、最大瞬間風速28.1m/sを記録した台風12号時に観測したものである。風力は風上面上において高く、風上側で平均風力係数のピーク値-1.4、風力係数のピーク値-8.4を示した。ふくれ高さも風上面上で高く、最大57mmふくれた。防水シートのふくれ高さとしり率の関係については、防水シートのふくれ高さが高くなるにつれて、防水シートのしり率の変化は大きくなり、防水シート固定部には大きな応力集中が生じることがわかった。

キーワード： 防水層機械的固定工法、風、実測、防水シート、風力、台風

- 目次：**
- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1. はじめに | 5. 風力・防水シートのふくれとしり率の関係 |
| 2. 実大建物における実測概要 | 6. まとめ |
| 3. 2007年台風12号の性状 | |
| 4. 最大風速の観測されたデータについて | |

1. はじめに

防水層機械的固定工法による防水システムは、躯体の亀裂や振動などの下地の影響を受けにくいため、新築工事のみならず補修・改修工事にも適しており、施工面積が急激に拡大している¹⁾。しかし、この工法は通常の剛性のある屋根材と異なり、屋根面を覆う材料が柔らかくシートの固定も40cm～60cm間隔に設置したファスナーにより点状に固定されるため、強風時の防水シートのふくれによる破断、あるいは固定部への応力集中によるファスナーの引抜きなどの風の問題²⁾が発生しやすい。そのため、強風に対する防水層の安全性の確保が重要な課題となっている。

現状、防水層機械的固定工法の耐風安全性は、我が国ではJASS8の耐風試験³⁾や動風圧試験⁴⁾により、また北米ではBaskaran等が提案した風荷重を荷重サイクルとして防水システムに載荷するSIGDERS試験法⁵⁻⁹⁾により検証されており、最近、植松等¹⁰⁾によりパラペットを有する風荷重のサイクルモデルも提案されている。著者等も、実大寸法の防水層試験体を用いての風洞試験¹¹⁻¹²⁾、あるいは小型の試験体を用いて強風時の実測¹³⁻¹⁴⁾を行い、防水シートの挙動について一部明らかにしてきた。しかし、いずれも風荷重の設定は風洞実験に基づいたもので実現象との検証が明確でない。

そこで、本研究は、防水シートの挙動や固定部に生じ

る力を明らかにし、より信頼性のある試験方法の提案と機械的固定工法防水層の耐風設計資料を提示することを目的として強い台風が接近する沖縄県宮古島に機械的固定工法の屋根面を持つ試験棟を建設し、台風時の風向、風速、風力などの風の性状と防水システムの挙動を実測した。本報告は、2007年の台風時に観測された風の性状と防水システムの挙動について報告するものである。

2. 実大建物における実測概要

2.1 試験棟概要

強風下での防水層挙動の実測は、図1、図2に示す沖縄県宮古島市の南部に位置する日本ウェザリングテストセンター宮古島試験場にて行った。写真1に実測のために建設した試験棟を、図3に試験棟立面図を示す。試験棟は縦6m×横6m×高さ3mの寸法で、パラペットのないフラットな屋根面をもつ鉄筋コンクリート構造であり、東西南北面の高さ1.75mの位置に縦横500mmの窓と西面に縦1800mm×幅900mmの扉がある。

試験棟の北方には高さ約6mの傾斜地、北北西には高さ7mの建物があるが他には風を遮るものはない。

2.2 屋根防水層

防水シートは、既往の研究¹¹⁻¹⁴⁾で使用したものと同様の一般的に使用されるポリエステル繊維補強による塩化ビニル樹脂系複合シート・一般複合タイプ(以下、塩

ビシートとする)を用いた。防水シートの厚さは 1.5mm である。ポリエステル繊維の補強布については、太さ 556dtex のポリエステル糸が 1.5 本/cm の密度で、長手・幅方向共に混入されている。図 4 にダンベル 1 号型試験片による塩ビシートの長手方向の伸び率と引張応力との関係を示す。伸び率 16% 付近でポリエステル繊維の破断により引張応力に変化が生じているが、伸び率 4~5% までは応力と伸び率の関係はほぼ直線的に変化している。

2.3 防水シートの固定方法

防水層の固定方法は円盤状固定金具にて機械的に防水層を固定する先付け工法とした。防水シートの施工方法について、図 5 に示すようにまずコンクリート下地に固定用の穴を開けた後、ファスナー(ステンレスネジ:直径 6mm φ とナイロンプラグ)と非スチレン系エポキシアクリレート樹脂接着剤により円盤状固定金具(外径 75mm φ、板厚 1.7mm)を固定し、その後、塩ビシートを固定金具に溶着した。ファスナーの固定間隔は、一般的に

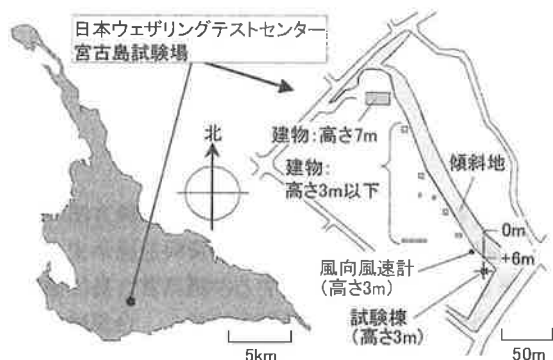


図 1 試験場の位置(沖縄県宮古島) 図 2 試験棟配置

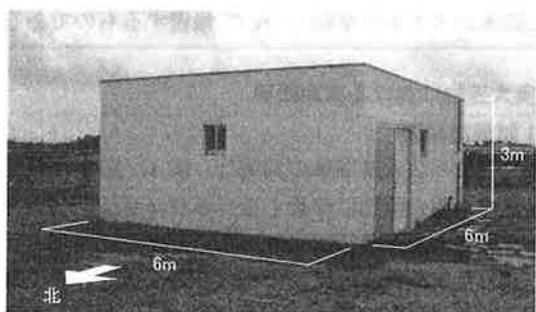


写真 1 試験棟

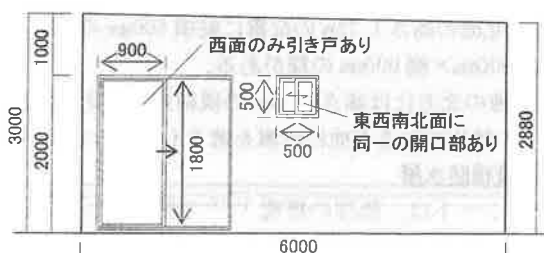


図 3 試験棟立面図(西面)

多く施工されている縦横寸法 600mm とし、図 6 に示す通り、屋根面の縦横に合計 81 点固定した。

2.4 計測概要

本研究で使用した機器を表 1 に示す。屋外環境下での防水層の挙動を観察するために、防水層屋根面の高さにおける風向・風速、屋根防水シート面の風力、防水層固定間中央部の防水シートのふくれ、並びに固定金具周りの防水シートの伸び率を計測した。また、同時に台風時の防水シートの挙動をビデオカメラにて撮影した。なお、防水シートの伸びについては、温度変化によるシートの収縮の影響を受けるため、接触式温度計により定期的に温度を計測した。

2.5 風向・風速の測定方法

図 2 に示すように、試験棟から北西方向に 25m 離れた位置に、超音波式風向風速計 FT702 (測定範囲: 0.01~60m/s) を設置し、その高さは試験棟と同じ 3m とした。

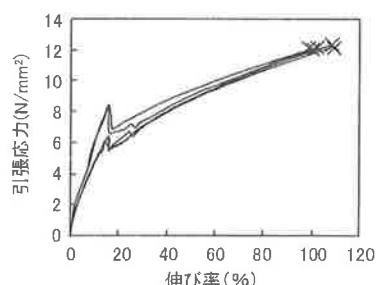


図 4 塩化ビニールシートの伸び率と応力(長手方向)



図 5 防水シートの固定部

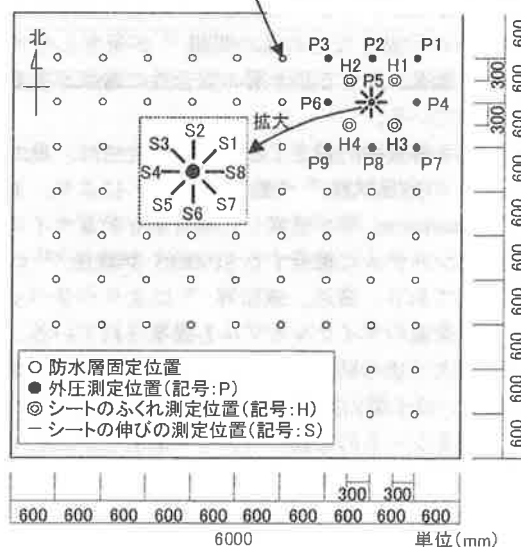


図 6 屋根面における計測位置

2.6 風力の測定方法

防水シート面の風力測定点は図6に示す建物の角部を中心にP1~P9の計9点とした。風力の計測方法を図7に示す。屋根面の外圧(P_e)は、屋根面に設置した外圧測定用パイプおよび内径8mmφのビニールチューブ(導圧管)を介して風圧計に導き、室内圧(P_i)との差圧(P)から計測した。

$$P = P_e - P_i \quad \dots(1)$$

ここで、 P :風力(Pa)

P_e :外圧(Pa)

P_i :室内圧(Pa)

降雨時の雨水対策として、外圧測定用パイプの先端は屋根面より25mm立上げて設置し、導圧管もY字型の風圧分岐管を用いて雨水(貯水槽に貯留)を分離できるように工夫した¹⁵⁾。なお、導圧管の長さは1.5m~2.0m、貯水槽の長さは30cmであり、降雨時に雨水が貯水槽に溜まると、体積変化により導圧管の応答特性が変化する可能性がある。そこで、事前に導圧管の応答特性を検証した。図8に貯水槽長さを10cm~40cmに変化させた場合の応答倍率と位相差を示す。結果は、貯水槽の長さ変化による導圧管の応答特性にほとんど変化が無いため、実

表1 使用した測定器

測定機器	仕様
超音波式風向・風速計(FT社製FT702)	測定範囲:0.01~60m/s
風圧計(KYOWA PDS-50GA)	定格容量:5kPa
超音波式変位計(OMRON E4C-DS30)	測定範囲:50~300mm 応答速度:30ms
ひずみゲージ(KYOWA KFEL-5-120-C1)	ひずみ限界:15%

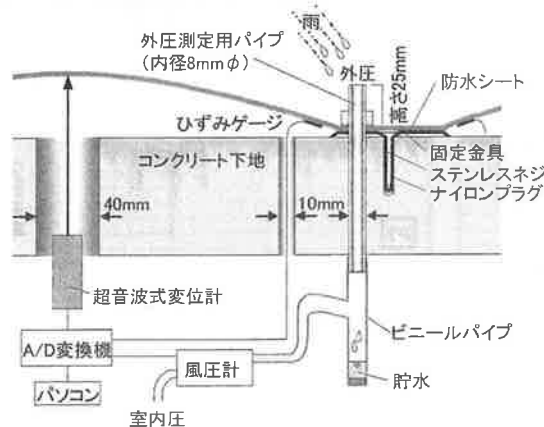


図7 風力と防水シートふくれ計測方法(模式図)

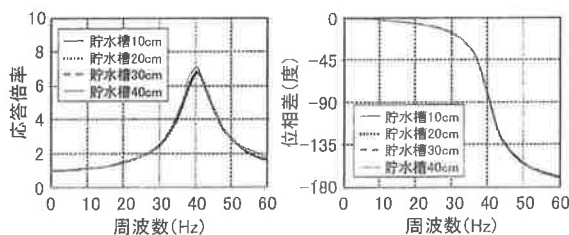


図8 風圧計測システムのチュービング

測データの解析に当たっては導圧管の応答特性は貯水槽長さ30cmの結果を用いてチュービング補正を行った。

2.7 防水シートのふくれの計測方法

防水シートのふくれの計測点は、最もふくれの高さが高くなると予想される防水層固定点間の中央部とし、図6に示す4点(計測点H1~H4)を測定した。ふくれの計測方法は、図7に示すようにコンクリートスラブに40mmφの孔をあけ、その孔を通して、下側から超音波式変位計により変位量を測定した。

2.8 防水シートの伸びの計測方法

防水シートに生じる伸びの計測については、図7に示すように防水シート裏面の固定金具端部から20mm離れた地点のシート上に張り付けたひずみゲージ(測定点S1~S8)により測定した。

2.9 測定条件と実測データの収録方法

風向・風速、風力、シートのふくれ、およびシートのひずみからの信号はサンプリング周波数25HzでA/D変換(16ビット)し、各デジタル値を同時にパソコンに収録した。実測データの収録方法については、台風の経路と大きさを気象庁の台風情報¹⁶⁾をもとに常時確認し、台風接近時には宮古島地方が強風圏内に入ってから出るまでの時間を予測した後、連続測定を行なった。



図9 2007年台風12号の経路図

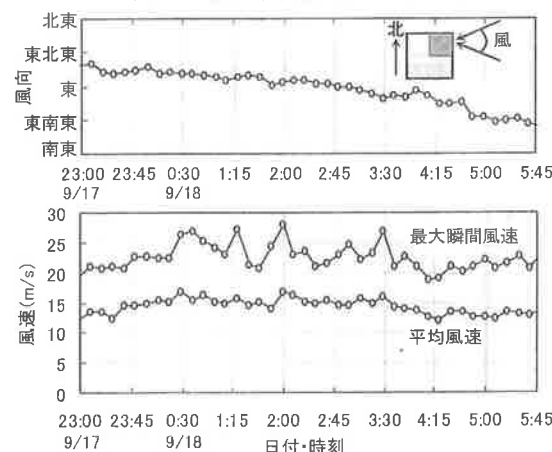


図10 評価時間10分間の風向・風速

3. 2007 年台風 12 号の性状

3.1 台風 12 号の経路と特徴

2007 年に宮古島に接近した台風は、台風 4 号、12 号、15 号の 3 個の台風でいずれも宮古島地方気象台から暴風警報が発表されている。本研究では 3 個の台風の中で最も風が強かった台風 12 号に焦点を絞って、検討することとした。台風 12 号の経路図を図 9 に示す。台風 12 号は風雨を伴った台風で、2007 年 9 月 17 日から 18 日にかけて宮古島地方に接近し、9 月 18 日 0 時～10 時の間は、風速 25m/s 以上の風が吹く暴風域に入り、宮古島

地方の南西方向に 120km まで接近した。

3.2 台風 12 号による風の性状

台風 12 号時の風向・風速の結果を図 10 に示す。風向は、9 月 17 日から 9 月 18 日にかけて東北東→東→東南東へと変化した。10 分間の平均風速は、9 月 18 日の 0 時 00 分～2 時 20 分の時間において 15m/s を超え、試験棟には東の方向から風が吹いた。最大風速は 9 月 18 日 0 時 20 分～0 時 30 分に 16.8m/s、最大瞬間風速 (3 秒平均の最大値) は 9 月 18 日 1 時 50 分～2 時 00 分に 28.1m/s を記録した。

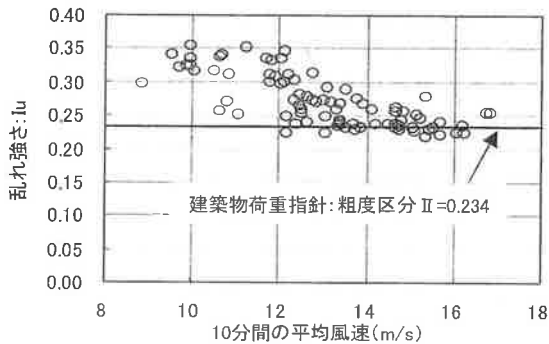


図 11 平均風速による乱れの強さ

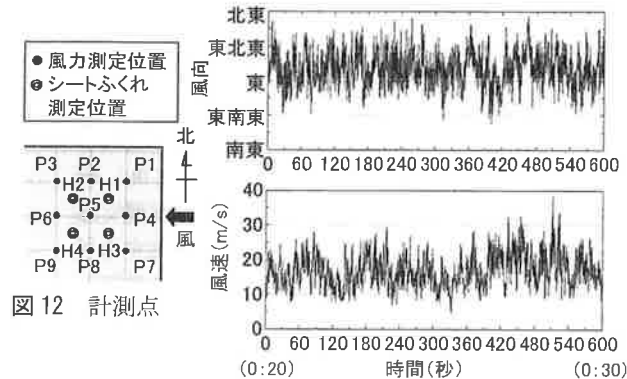


図 13 風向・風速の時刻歴波形

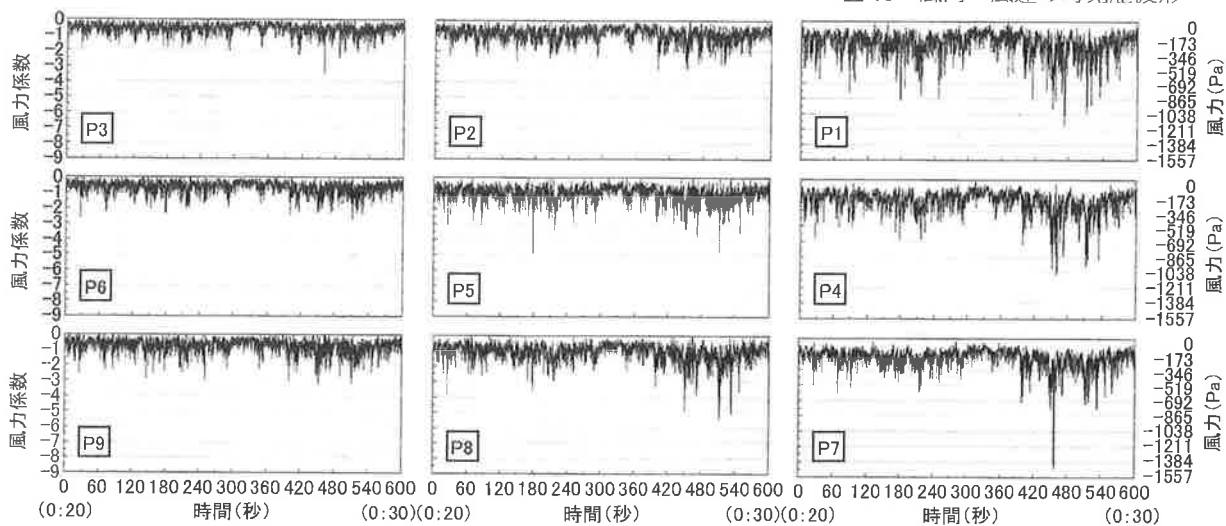


図 14 風力の時刻歴波形

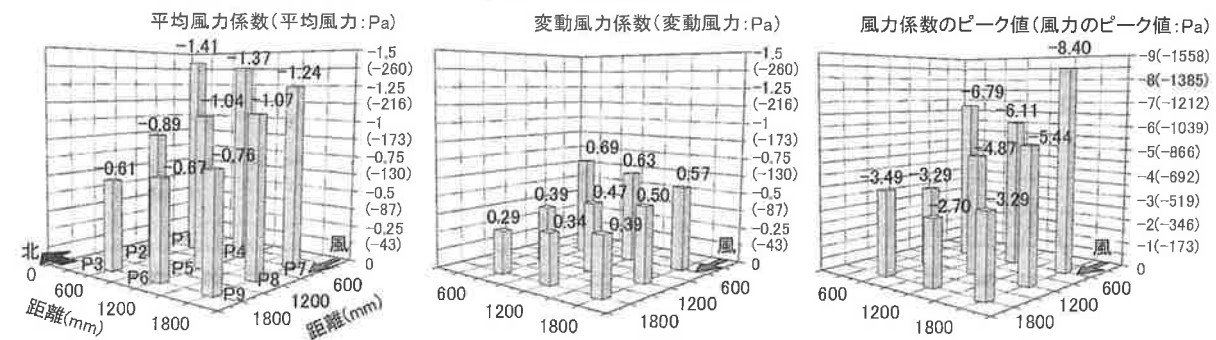


図 15 評価時間 10 分間における平均・変動・ピーク風力係数

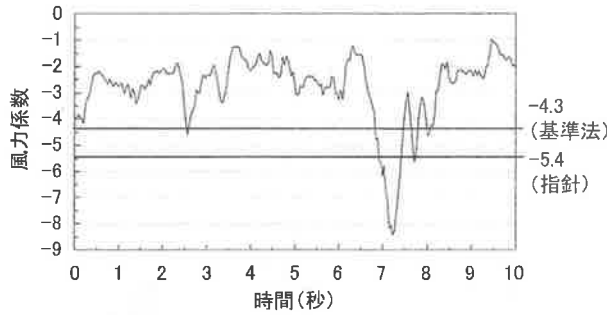


図 16 測定点 7 の 10 秒間の波形

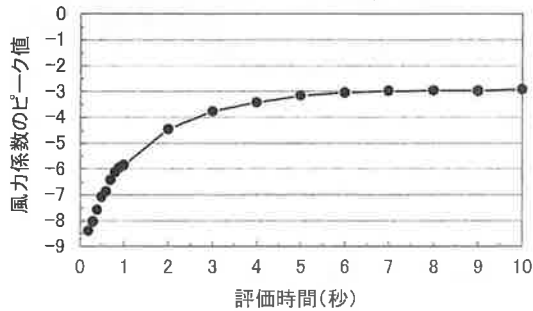


図 16 評価時間による風力係数の変化(測定点 7)

図 11 に 10 分間の平均風速による乱れの強さの変化を示す。乱れの強さは、平均風速が高くなるにつれ一定値になり、建築物荷重指針¹⁷⁾に示される粗度区分Ⅱの値 ($I_{uz}=0.234$) に近くなった。

4. 最大風速の観測されたデータについて

4.1 風向風速

図 13 に台風 12 号時に最大風速が観測された 9 月 18

日 0 時 20 分から 0 時 30 分までの 10 分間の風向、風速の時刻歴波形を示す。10 分間の平均風向は、ほぼ真東（東面にほぼ直角に風が当たる風向）であった。風速は、常時 10m/s 以上の風が吹いている状態で、平均風速 16.8m/s を示した。

4.2 風力係数

図 14 に測定点 P1~P9 の 9 点における時刻歴波形を示す。また、図 15 に 10 分間の屋根面の風力係数（風力）と防水シートのふくれの挙動の結果を示す。なお、平均風力係数 ($\overline{C_f}$)、変動風力係数 (C_f')、風力係数のピーク値 (C_{fmin}) は、下記の式より求めた。

$$\overline{C_f} = \overline{P(t)} / q_H, C_f' = P_{rms} / q_H, C_{fmin} = P(t)_{min} / q_H \quad \dots(2)$$

ここで、 $P(t)$ ：屋根面外圧 ($P_o(t)$) と室内圧 ($P_i(t)$) との差圧

q_H ：屋根高さにおける 10 分間の平均速度圧

(最大風速 16.8m/s 時の平均速度圧：173Pa)

測定点 9 点ともほぼ負圧で、負圧は風上面（測定点 P1、P4、P7）が大きく、風上側の風力係数のピーク値は測定点 P1 で -6.8 (0 時 27 分 52 秒)、測定点 P4 で -6.1 (0 時 28 分 32 秒)、測定点 P7 で -8.4 (風力のピーク値 -1454Pa、0 時 27 分 37 秒) を示した。特に、測定点 P7 での風力係数のピーク値は、図 16 の拡大図に示すように、急激に変化するスパイク現象が観測された。建築基準法ならびに荷重指針に示された外圧係数（基準法：-4.3、指針：-5.4、※室内圧は考慮していない。）と比較すると、その値はかなり大きい。なお、測定点 P7 の風力係数のピーク値 -8.4 は評価時間 0.2 秒で算定した値であり、



写真 2 防水シートが吸い上げられている状況

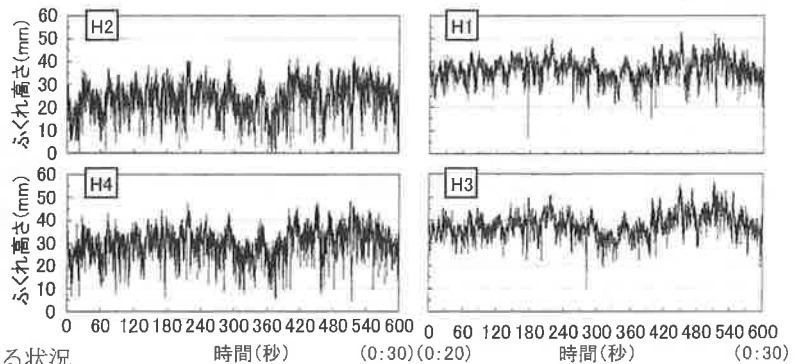


図 18 防水シートのふくれ高さの時刻歴波形

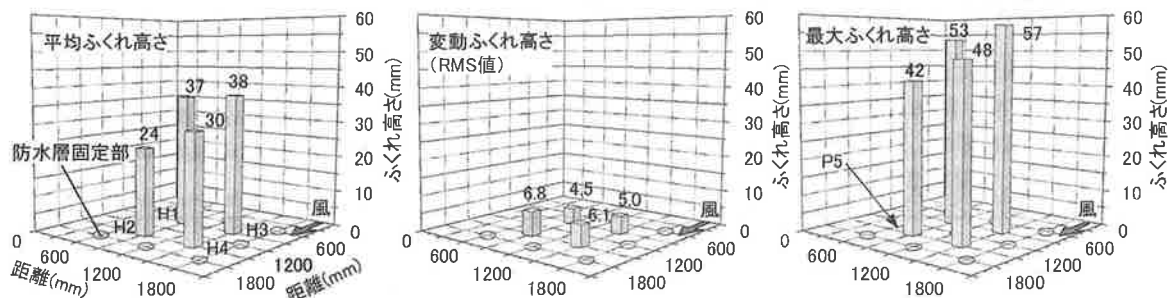


図 19 評価時間 10 分における各測定点の平均・変動・最大ふくれ高さ

図 17 に示すように評価時間を長くすると風力係数のピーク値は小さくなり、評価時間 5~6 秒以上ではほぼ一定の値となる。

4.3 防水シートのふくれ

台風 12 号における防水シートのふくれ状況を写真 2 に示す。観察の結果、防水シートは風力により吸い上げられ、風上側でシートが大きくふくれ、風下に向けてふくれが小さくなった。また、防水シートは、強風により 2 つの挙動が複合的に観察された。一つは、防水シートが常時ふくれながら上下に小刻みにバタつくことであり、もうひとつは、その状況下で断続的に風向方向にシートが波打つことで、既報の風洞試験¹¹⁻¹²⁾や動風圧試験³⁾とは異なった。

図 18 に防水シートのふくれ高さの時刻歴波形を示す。ふくれの挙動について、風上側では常時ふくらんでいる状態となり、ふくれの変動が小さい。一方、風下側ではふくれの変動が大きい。この理由として、防水シートがふくらんでいない状態からふくれが生じ始める状態での挙動は、防水シートの若干のたるみにより簡単にふくれるが、それ以上にふくれると防水シートが常時引張状態となるため、ふくらんでいる状態では変動が小さくなることと推察される。

図 19 に防水シートのふくれ高さの結果を示す。平均ふくれ高さの最大値は測定点 H3 で高さ 38mm を示した。最大ふくれ高さについては、風上面で高くなり、測定点 H3 で最大値 57mm を示した。ここで、測定点 4 点（測定点 H1 から H4）のふくれ高さの中央部固定位置（測定点 P5）に注目すると、防水シートのふくれ高さは各測定点で同一値ではない。この結果をもとにファスナー部に与える影響を考えると、ファスナーは防水シートの前後左右のふくれの挙動の差により揺さぶられることになり、水平力がかなり大きいものと想定される。

5. 風力・防水シートのふくれと伸びの関係

5.1 シート固定部の風力・シートふくれと伸びの分布

防水シートの伸びを評価した際、最大風速を示した 9 月 18 日 0 時 20 分~30 分において、急激な風力変動によりひずみゲージ S1 と S7 が破断したため、ここでは、それ以前で風力が大きく変動した 0 時 25 分 45 秒~26 分 45 秒までの 1 分間のデータに焦点を絞って解析を行った。

ファスナーに囲まれた面積 (0.6m×0.6m=0.36m²) の風力の算定については、防水シートのふくれの測定点周りの風力測定点 4 点を平均した値で示すこととした。すなわち下記の式により測定点 4 点の平均風力 (P_f) を算定した。

$$P_f = \frac{1}{4} \sum_{i=1}^4 P_i \quad \dots (3)$$

ここで、P_i: 防水シートふくれ測定点周りの 4 点の風力

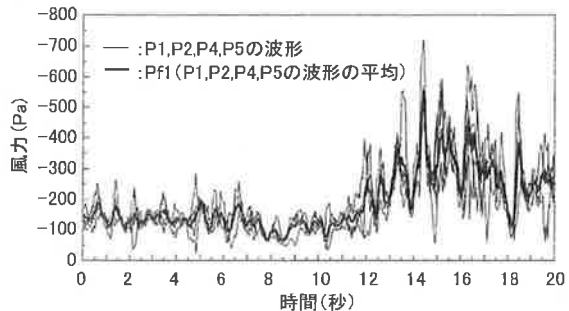


図 20 防水シートふくれ周りの 4 点の風力とその平均の時刻歴波形

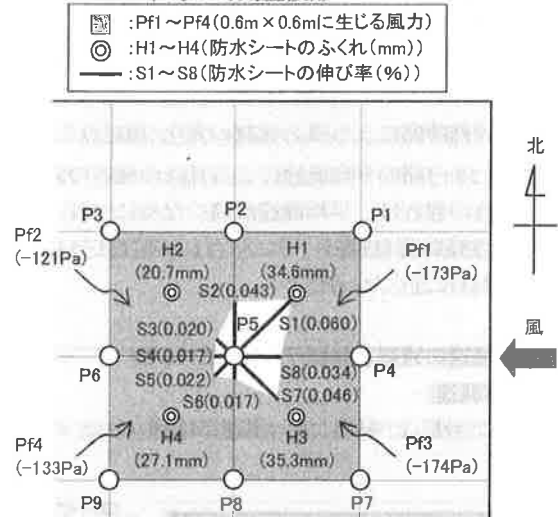


図 21 (a) 風力係数・ふくれ・伸びの関係(平均)

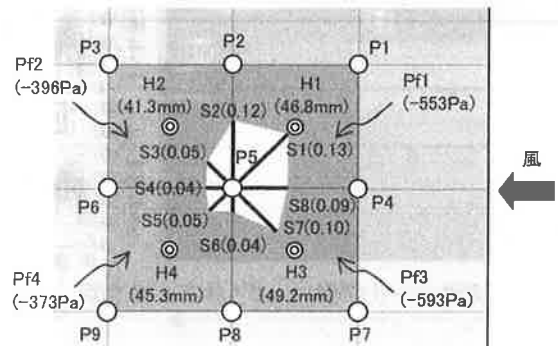


図 21 (b) 風力係数・ふくれ・伸びの関係(最大)

図 20 に 20 秒間の防水シートふくれ周り 4 点の風力 (P1, P2, P4, P5) とその平均 (Pf1) の波形を示す。多少の挙動のバラツキはあるが、風力 4 点を平均化して検討することが可能と考えられる。

風力・防水シートふくれ・防水シートの伸び率の平均値と最大値を図 21 (a) と図 21 (b) に示す。なお、この時間における風向は図中の矢印に示すように真東方向であ

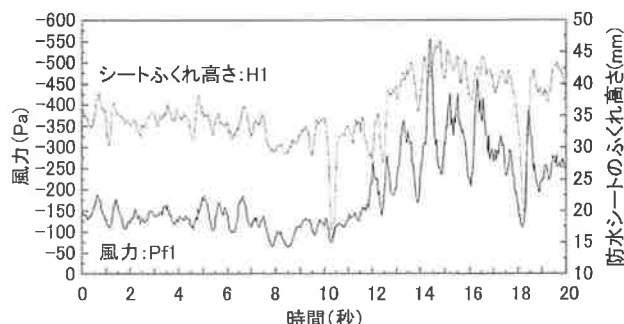


図 22 風力とふくれ高さの時刻歴波形

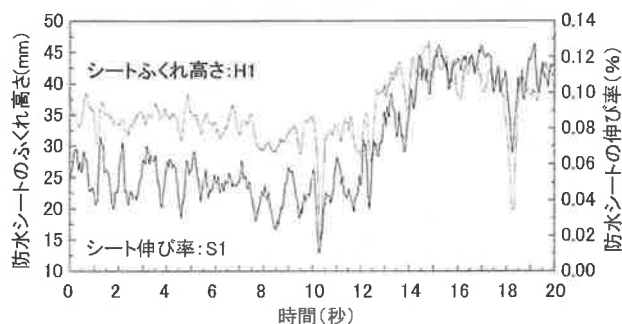


図 23 ふくれ高さと伸び率の時刻歴波形

った。図中の防水シート固定部周りの防水シート伸び率の分布の結果から、防水シートの伸び率は風上側で大きく、特にファスナー固定の最短距離方向に対して斜め 45 度方向で大きくなる傾向を示した。これより、ファスナー部にはシートの伸び率が大きくなる方向に水平力が働くと予想される。

これら実測データは耐風試験方法との関係性を比較することで、試験方法への基礎データとして適用できると考えられる。また、この関係は、Pf1 から Pf4 まで同様の傾向を示すため、ふくれ高さ周りの風力測定点 4 点を平均化する方法で風力とふくれの高さの関係を求めることができると考える。

防水シートのふくれ高さとの関係性を図 25 に示す。防水シートのふくれ高さが高くなるにつれて、防水シートの伸び率の変化は大きくなる傾向を示す。例えば、防水シートのふくれ高さが 0mm から 10mm 変動した際の伸び率は約 0.01% であるのに対して、ふくれ高さが 35mm から 45mm 変化した際の伸び率は約 0.05% 変化する。

6. まとめ

防水層機械的固定工法による防水層の耐風性を評価するために、宮古島にて試験棟を建設し、それを用いて防水層の挙動の検討を行った。最大風速 16.8m/s、最大瞬間風速 28.1m/s を記録した台風 12 号について防水層の挙動を観察・測定し、その検討結果をまとめると次の通りである。

- 1) 風力により防水層は吸い上げられ、風上面でふくれが大きくなった。また、防水シートは、ふくれ

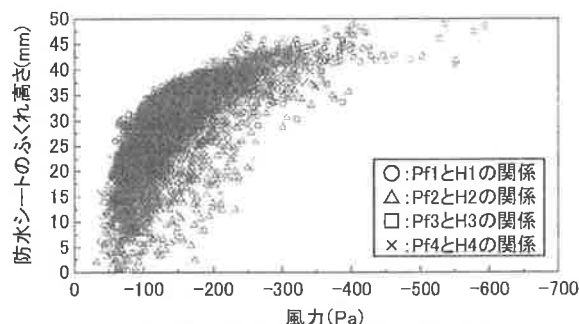


図 24 風力とふくれ高さの関係

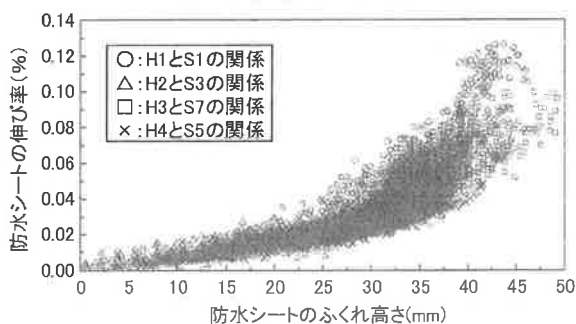


図 25 ふくれ高さとの関係

- 2) 最大風速が観測された 10 分間のデータ (2007 年 9 月 18 日 0 時 20 分から 0 時 30 分、0.2 秒間の評価時間) の結果から、風力は風上面において高く、風上側で平均風力係数のピーク値-1.4 (平均風力のピーク値-244Pa)、風力係数のピーク値-8.4 (風力のピーク値-1454Pa) を示した。ふくれ高さも風上面で高く、最大 57mm ふくれた。
- 3) 防水シート固定部周りの風力は風上側で高くなり、防水シートのふくれを通して、シートの伸び率も風上側で大きくなった。これより、ファスナー部にはシートの伸び率が大きくなる方向に力が大きく生じることがわかった。また、その伸び率は、ファスナー固定の最短距離方向に対して斜め 45 度方向で大きくなる傾向を示した。
- 4) 風力と防水シートのふくれの関係について、風力が大きくなると、防水シートのふくれ高さも高くなるが、その傾きは小さくなった。防水シートのふくれ高さとの関係については、防水シートのふくれ高さが高くなるにつれて、防水シートの伸び率の変化は大きくなり、防水シート固定部には大きな応力集中が生じることがわかった。

今後も引き続き、宮古島にて実測を実施し、より高い風速環境下での防水シートの挙動の観測と基礎データを蓄積し、耐風試験方法の試験条件、あるいは耐風設計資料に適用して行く予定である。

謝辞

本研究は（社）日本建築学会・防水工事運営委員会・防水層機械固定工法耐風圧性評価 WG の研究活動の一部として行われたものであり、委員各位には試験体作成、実験等で多大なご協力をいただきました。また合成高分子ルーフィング工業会、アスファルト防水工業会、トーチ工法ルーフィング工業会、ファスナーメーカーからは研究費の一部をご援助いただきました。心より感謝いたします。

参考文献

- 1) 江藤二男：塩ビシート防水の生産量推移と最新動向；防水ジャーナル、No. 431、pp. 39-41、2007.10
- 2) 第3回防水シンポジウム資料集（部分固定式防水工法の実態調査結果と風洞実験結果の報告）、日本建築学会、2005.7
- 3) 建築工事標準仕様書・同解説 JASS 8 防水工事：耐風試験
- 4) 山部亮一、内海孝泰、中野五郎、中村修治、福井善健：金属下地における塩ビ系シート防水機械的固定工法の検討（その2 耐風圧性）；日本建築学会大会学術講演梗概集、A-1、pp. 869-870、2007
- 5) Baskaran, B. A., Ko, S.K.P. : A Guide for the Wind Design of Mechanically Attached Flexible Membrane Roofs, Construction Innovation, Volume 10, Number 4, NRC-IRC, 2005.12
- 6) Baskaran, B. A. : "Which is the weakest link? Wind performance of mechanically attached systems," Proceedings of the RCI 21st International Convention (Phoenix, Arizona, 3/23/2006), pp. 29-39, 2006.3
- 7) Baskaran, B. A. : "Newsbrief - SIGDERS project, Phase IV," Construction Innovation, 10, (4), December, pp. 5, 2005.12
- 8) Lei, W and Baskaran, B.A. : "SIGDERS Wind Uplift Resistance Data on Mechanically Attached Single Ply Roofing Systems - Effect of vapour/Air Barrier", Research Report IRC-RR -823 National Research Council, Canada, 2001
- 9) Baskaran, B. A., Chen, Y. and Vilaipornsawai, U. : A New Dynamic Wind Load Cycle to Evaluate Flexible Membrane Roofs", ASTM Journal of Testing and Evaluation, 27 (4), pp. 249-265, 1999
- 10) 古市圭、植松康、中村修治、世良昌也：機械固定式防水システムの動風圧評価法に関する研究、風工学シンポジウム、2006
- 11) 市川裕一、バルトコ ミハエル、加藤信男、宮内博之、佐々木孝基、田中享二：機械固定工法による防水層の挙動の風洞試験による観察；日本建築学会構造系論文集、第593号、pp. 17-24、2005.7
- 12) 市川裕一、加藤信男、宮内博之、佐々木孝基、田中享二：機械的固定工法による各種防水層の風洞実験；日本建築学会構造系論文集、第615号、pp. 47-52、2007.5
- 13) 宮内博之、加藤信男、市川裕一、佐々木孝基、田中享二：屋外環境下での風による機械的固定工法防水層の挙動の実測；日本建築学会構造系論文集、第610号、pp. 29-34、2006.12
- 14) H. Miyauchi, N. Kato, H. Ichikawa, T. Sasaki and K. Tanaka: Behavior of a mechanically anchored waterproofing membrane exposed to elevated in-service wind speeds, International conference on building envelopes systems and technology '07, pp.133-142 (2007)
- 15) Lacy, R.E. : Climate and Building in Britain, B.R.E. Report, 1977
- 16) 宮古島気象台：過去の台風などの気象情報
- 17) 建築物荷重指針・同解説、日本建築学会、2004.9
- 18) 宮内博之、加藤信男、田中享二：機械的に固定された防水層の簡易的耐風性試験の提案；日本建築学会学術講演梗概集 A-1、pp. 7-8、2008

BEHAVIOR OF MECHANICALLY ANCHORED WATERPROOFING MEMBRANE EXPOSED DURING TYPHOON AT MIYAKO ISLAND (PART 1: BEHAVIOR OF WATERPROOFING MEMBRANE AT HIGH WIND VELOCITY)

N. KATO, H. ICHIKAWA and H. HONDA

The response of a mechanically anchored waterproofing membrane system located atop a building on the island of Miyako when subjected to strong winds from a typhoon in 2007 was measured, and the relationship between the wind pressure and the behavior of waterproofing membrane system was investigated. A waterproofing membrane was constructed atop the roof of a building, and the PVC membrane was fastened by fasteners at a pitch of 600 mm. The response of the wind pressure, the billowing height, and the strain of the waterproofing membrane were measured at the site of typhoon No.12. The maximum wind speed was recorded as 16.8 m/s. The waterproofing membrane was billowing and fluttering at high wind velocity. As the wind pressure increased, the billowing height and the strain of the membrane increased. The values of these parameters were higher at the edges of the test specimen. The results measured on site had good correlation between the wind pressure and the response of the membrane system.