

沖永良部台風による建築構造物の被害について

立川 正夫・佐々木昭夫・福山 雅弘

(受理 昭和 53 年 5 月 31 日)

DAMAGE TO HOUSES AND STRUCTURES CAUSED BY "OKINOERABU TYPHOON"

Masao TACHIKAWA, Akio SASAKI and Masahiro FUKUYAMA

On september 9, 1977, Okinoerabujima, a small island located to the south of Kyūshū, was subjected to a violent typhoon named Okinoerbu later.

About one fourth of wooden dwelling houses were completely destroyed and other one fourth were partially destroyed. Several of steel frame structures and reinforced concrete buildings were seriously damaged caused by strong winds or windborne missiles.

1. は じ め に

昭和52年9月9日の夜半、沖永良部島の直上を通過した台風7709号（後に沖永良部台風と命名）は、同島に強風によるきわめて大きな災害をもたらした。図1に台風経路図を示す。

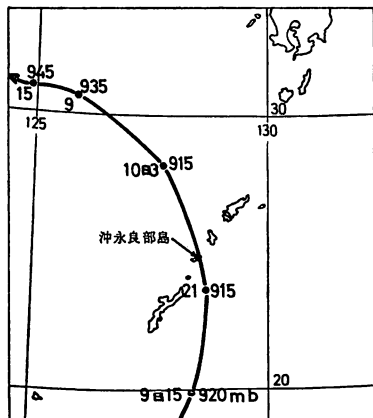


図1 台風経路図

沖永良部測候所では、9日の22時10分に最大風速39.4 m/s (ENE)、22時20分に最大瞬間風速60.4 m/s (ENE)を記録したが、風速計の支柱が傾いたため、その後の風向風速は不明である。構造物に被害を与え

た強風の継続時間は比較的短かく、台風眼に入った前後、各1時間程度であったと思われる。

最低気圧は22時50分に907.3mbを記録した。また総雨量は177.0 mm、最大1時間雨量は61.0 mmであった¹⁾。

この台風による鹿児島県の被害の概要を表1に、住家・非住家の町別の被害棟数を表2に示す。表1から、建築物の被害額が全体の過半を占めること、表2から、建築物の被害の中で、特に台風の直撃をうけた沖永良部島の和泊、知名の2町の住家の被害がいちじるしいことがわかる。この被害は、例外を除きすべて強風によるもので、2町の住家（和泊町2,686世帯、知名町2,778世帯。この数字は住家棟数とほぼ一致する）の全壊率は24%、半壊まで含めると49%、更に一部破壊まで含めると75%に達した。

この報告は、被害直後、および3ヵ月後の2回にわたって行なった、沖永良部島の現地調査にもとづくもので、同島の建築構造物の被害形態を述べ、耐風設計上の問題点について若干の考察を試みたものである。

2. 住 家 の 被 害

2.1. 地形と被害分布

沖永良部島の東半分はなだらかに起伏する平坦に近い地形であるが、西半分は高さ246mの大山を中心と

表 1 沖永良部台風による鹿児島県の被害

| 被 害 項 目 | 被 害 内 容 | 被害金額 (千円) |
|-----------------|--|------------|
| 1. 人 的 被 害 | 重傷15人, 軽傷123人 | |
| 2. 住 家, 非 住 家 | 住家4,639棟, 非住家1,651棟 | 10,989,150 |
| 3. 衛 生 関 係 | 病院, 診療所等 5 か所 | 13,288 |
| 4. 農 作 物 | (栽培面積) 15,265ha | 1,260,972 |
| 5. 畜 産 関 係 | 家畜および施設 | 1,541,911 |
| 6. 耕 地 関 係 | 農地34か所, 農業用施設他163か所 | 374,000 |
| 7. 水 産 商 工 関 係 | 水産関係12隻, 漁港関係 7 か所, 商工関係 | 3,303,080 |
| 8. 山 林 関 係 | 林地 5 か所, 施設 7 か所, 林産物4,400m ³ | 115,000 |
| 9. 土 木 関 係 | 河川20か所, 海岸 1 か所, 道路 6 か所 港湾12か所 | 361,509 |
| 10. 学 校 関 係 | 64校 | 151,034 |
| 11. 電 力 関 係 | 配電設備他 | 221,567 |
| 12. 電 信 電 話 関 係 | 通信設備他 | 400,000 |
| 合 計 | | 18,731,511 |

注 鹿児島県発表 (52年 9 月19日現在) による。

表 2 住家・非住家の被害棟数

| 島 名 | | 沖永良部 | | 与 論 | 徳 之 島 | | | その他 | 計 | 被害金額 (千円) |
|-------|------|----------------|----------------|--------------|------------|------------|--------------|------------|----------------|--------------|
| 町名 | | 和 泊 | 知 名 | 与 論 | 徳之島 | 伊 仙 | 天 城 | | | |
| 被害区分 | | | | | | | | | | |
| 住 家 | 全 壊 | 572 (469) | 725 (672) | 22 (22) | 5 (4) | 12 (21) | 11 (14) | 1 (1) | 1348 (1203) | 5,313,930 |
| | 半 壊 | 665 (729) | 690 (716) | 84 (82) | 33 (34) | 17 (14) | 51 (44) | 1 (1) | 1541 (1620) | 2,858,352 |
| | 一部破壊 | 879 (1037) | 576 (1100) | 167 (134) | 7 (7) | 56 (50) | 50 (51) | 6 (8) | 1741 (2387) | 1,514,808 |
| | 床上浸水 | | | | | | | 2 | 2 | 561 |
| | 床下浸水 | 3 | | 1 | | | | 3 | 7 | 380 |
| 計 | | 2119 (2235) | 1991 (2488) | 274 (238) | 45 (45) | 85 (85) | 112 (109) | 13 (10) | 4639 (5210) | 9,688,031 |
| 非 住 家 | 全 壊 | 4 | 9 | | | | | | 13 | |
| | 半 壊 | 3 | 4 | 2 | 1 | | | | 10 | |
| | 一部破壊 | 13 | 8 | 4 | 1 | | | 1 | 27 | |
| | 公共以外 | | | | | | | | | |
| | 全 壊 | 237 | 359 | 36 | 4 | 16 | 20 | 4 | 676 | |
| 住 家 | 半 壊 | 171 | 270 | 15 | 6 | 18 | 37 | 4 | 521 | |
| | 一部破壊 | 182 | 169 | 25 | 3 | | 21 | 4 | 404 | |
| | 計 | 610 (232) | 819 (115) | 82 (75) | 15 (10) | 34 (25) | 78 (68) | 13 (7) | 1651 (532) | 1,301,119 |

注 鹿児島県発表 (52年 9 月19日現在) による。ただし, () 内の数字は鹿児島県警の発表 (52年10月 1 日現在) によるもので, 住家の単位は戸。

し、地形的遮蔽の考えられるような、丘陵のやや入りくんだ部分がある。表3に示す住家の部落別被害棟数から各部落の全壊率を求め、図示すると図2のようになる。全壊率は島の東部（国頭附近）と西部（知名および田皆附近）で高く、全壊率が10%以下の部落は、ほぼ島の中央部にまとまっている。

最も全壊率の低い赤嶺という部落は、島の中央部で、かつ三方を丘に囲まれているが、現地で調べると、斜面に散在する住家の多くが、比較的よく茂った樹林で囲まれており、これらの条件が重なって被害を小さくしたという印象をうけた。

地形と被害の関係は、赤嶺の例からも、更に微小な周辺の条件と合せ考えるべきであるが、今後の調査で

は、これについて結論を得るための、十分な資料を得ることはできなかった。

2.2. 部落の被害状況

部落の被害状況を示す例として、一部落の調査結果を述べる。徳時は島の西海岸にある戸数59の部落で、全壊17戸、半壊8戸の被害を出した。図3に部落の見取図を示す。部落の北東2.5kmに大山の頂部があるが、東西に走る主道路の北側にはしばらく平坦な土地が続く、一方主道路の南側は、海に向かってゆるやかに下る畑地である。強風は最初は山越えに、吹返しは海の方からうけた。被害は海よりにやや多いが、被害分布にはっきりした傾向はなく、周辺の樹木その他の

表3 部落別の住家被害棟数

| 和 泊 町 | | | | | 知 名 町 | | | | |
|-------|-------|--------------|--------------|------|-------|-------|-----|-----|------|
| 部 落 | 世帯数 | 全 壊 | 半 壊 | 一部破損 | 部 落 | 世帯数 | 全 壊 | 半 壊 | 一部破損 |
| 和 泊 | 544 | 110棟 | 101棟 | 151棟 | 知 名 | 358 | 68棟 | 78棟 | 40棟 |
| 和 | 125 | 17 | 30 | 40 | 屋 子 母 | 141 | 55 | 29 | 21 |
| 手々知名 | 319 | 31 | 64 | 113 | 大 津 勤 | 35 | 7 | 1 | 12 |
| 上手々知名 | 63 | 13 | 12 | 21 | 徳 時 | 59 | 17 | 8 | 4 |
| 喜 美 留 | 188 | 57 | 60 | 59 | 住 吉 | 187 | 48 | 40 | 71 |
| 出 花 | 96 | 32 | 15 | 23 | 正 名 | 124 | 25 | 48 | 38 |
| 伊 延 | 28 | 9 | 7 | 8 | 田 皆 | 333 | 112 | 133 | 78 |
| 畦 布 | 109 | 22 (19) | 16 (15) | 75 | 下 城 | 29 | 5 | 16 | 8 |
| 国 頭 | 361 | 124 | 111 | 118 | 上 城 | 58 | 21 | 6 | 20 |
| 西 原 | 90 | 39 | 20 | 17 | 新 城 | 77 | 23 | 23 | 35 |
| 根 折 | 75 | 4 | 19 | 21 | 久 志 検 | 43 | 4 | 1 | 16 |
| 玉 城 | 187 | 25 | 115 | 45 | 赤 嶺 | 51 | 1 | 4 | 21 |
| 大 城 | 74 | 22 | 21 | 11 | 竿 津 | 57 | 5 | 2 | 19 |
| 皆 川 | 54 | 9 | 16 | 28 | 余 多 | 98 | 15 | 22 | 9 |
| 古 里 | 64 | 14 (11) | 7 | 33 | 上 平 川 | 210 | 42 | 40 | 24 |
| 内 城 | 43 | 9 | 10 | 10 | 下 平 川 | 63 | 14 | 6 | 11 |
| 上 内 城 | 50 | 6 | 6 | 31 | 屋 者 | 39 | 15 | 6 | 15 |
| 後 蘭 | 37 | 3 | 6 | 17 | 芦 清 良 | 148 | 29 | 64 | 21 |
| 谷 山 | 26 | 4 | 0 | 22 | 里 貫 | 82 | 26 | 11 | 32 |
| 仁 志 | 24 | 3 | 11 | 7 | 瀬 利 覚 | 278 | 107 | 89 | 20 |
| 永 嶺 | 63 | 9 | 8 | 17 | 小 米 | 231 | 86 | 64 | 61 |
| 瀬 名 | 66 | 10 | 10 | 14 | | | | | |
| 計 | 2,686 | 572 (566) | 668 (667) | 881 | 計 | 2,778 | 725 | 691 | 576 |

注 和泊町、知名町の発表による。()内の数字は世帯数で()のないものは世帯数と棟数が一致している。

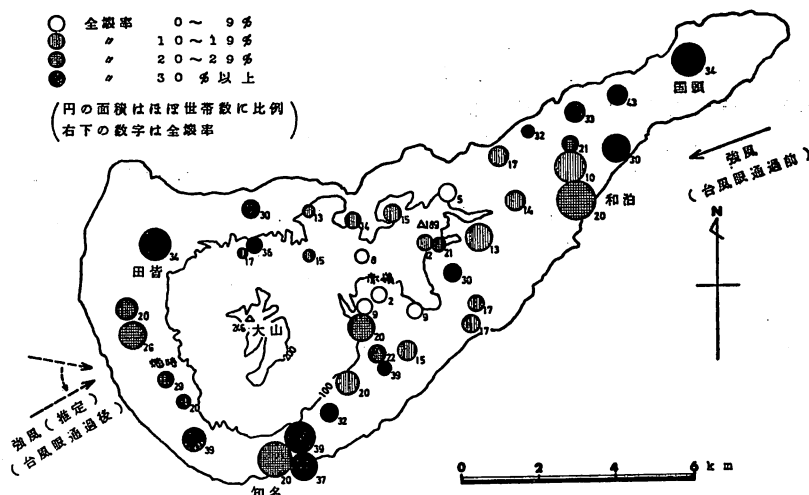


図2 部落別住家全壊率

遮蔽物の状態により、各戸の被害に差が出たものと思われる。

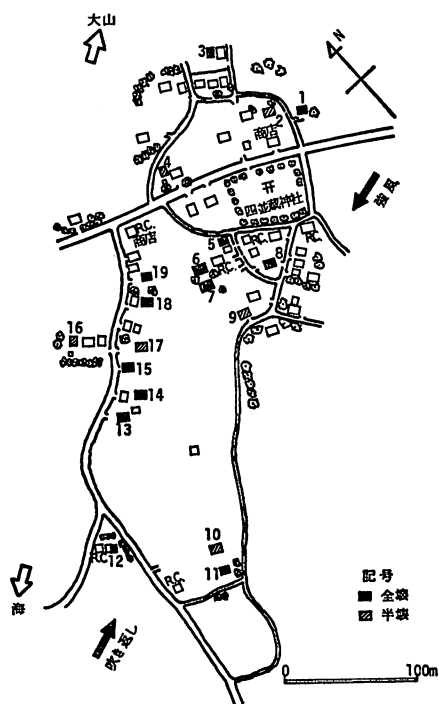


図3 住家の被害分布 (徳時部落)

調査した全半壊住家20棟の内容を図4に示す。被災したのはおおむね木造平家、波形鉄板葺の、島で最も

一般的なタイプの住家であった。石垣で全周を囲まれていたのは半壊の2棟のみで、石垣・防風樹という昔からの伝統が、すでに失われていることを示している。図には復旧状況も合せ示したが、これについては6.4でふれる。

| | | | |
|---------|--------|-------|------|
| 構造 | 木造 | 33 | 7 |
| 階数 | 平屋 | 23 | 2 |
| 屋根 | 鉄板 | 13 | 2 |
| 外壁 | たて羽目 | 32 | 7 |
| 古さ | 0～5年 | 6～10年 | 11年～ |
| 塀 | なし | ブロック | 一部石垣 |
| 樹木 | なし | 少し | 2 |
| 基礎 | RC改築 | 一部復旧 | 復旧 |
| 全壊 (13) | 半壊 (7) | | |

図4 被害住家の内訳 (徳時部落, 数字は棟数)

2.3. 住家の構造

島の住家のほとんどは木造である。最も一般的な、波形鉄板葺の木造住家の断面を図5に示す。屋根は3.5寸勾配で、寄棟と入母屋が多い。たるき上に厚さ6mmの野地板を重ねをとって張り(野地板は軒先部分のみとするものも多い)、横ざんを鉄板1枚(6尺)につき四つ割り(或は五つ割り、まれに三つ割り)に配置し、これに31#小波板を20cm程度の間隔で釘(N-45)打ちする。たるき先に鼻かくしをつけ、軒裏を張りあ

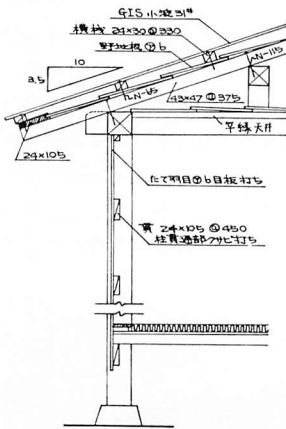


図5 木造住家の断面

げるものもある。

戦前は一部に耐風性を考慮した鉄板瓦棒葺(28#, 平板は登り1尺5寸で継ぎ, 下の横ざんにとめつける)が用いられていたといわれるが, 現在はない。昭和30年代に, 現在の波形鉄板葺が急速に普及したといわれる。

他の屋根葺材としてはセメント瓦が多く(特に田舎附近), 日本瓦, ゆう葉瓦もわずかにみられる。なお, セメント瓦の中には, 沖縄と同様に野地板を用いず, 瓦ざんに直接葺き上げたものも少数ある。

壁には新建材が次第に普及してきているが, なお外壁の過半はたて羽目真壁で, 内側の仕上げのないものも多い。軸組は柱を貫通する貫を用い, 貫通部をクサビどめという古い手法で, 土台, 筋違は一般には用いない。

柱頭と軒桁の仕口は, 長ほどこみ栓打ちが正式といわれるが, 実際には長ほぞ或は短ほぞのみ, 一部横から釘打ちする程度である。桁とはりは相欠きとし, 同じレベルで交叉させる。この部分の柱頭は短ほぞ又は重ほぞとなる。一般に軸部から屋根に至るまで, 釘以外の金物の使用はまれで, 風に対する伝統的な構法や工夫のあとは見出せない。

木造以外, コンクリートブロック造或は鉄筋コンクリート造の住家が散見する。島にはブロック壁と, 鉄筋コンクリートの小さな柱を混用した独特な工法があり, いずれに分類されるか一見ただけではわからぬ場合がある(図9, 図41参照)。屋根を木造小屋組とするものが多い。

2.4. 住家の被害状況

木造住家の被害の状況は, 倒壊四散したものから, 屋根葺材の一部が飛んだものまでさまざまである。被害例を図6～図8に示す。全般に, 鉄板よりは瓦屋根の方が若干被害は小さいという印象をうけた。

ブロック或は鉄筋コンクリート造住家も, 木造小屋組のものは, 木造住家同様の屋根被害をうけた。図9



図6 木造住家被害例 1



図7 木造住家被害例 2



図8 木造住家被害例 3



図9 ブロック造住家の屋根被害

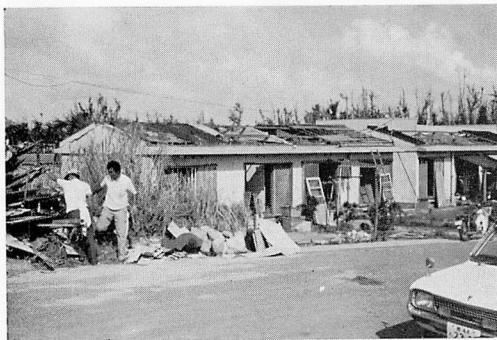


図10 簡易耐火町営住宅の屋根被害



図11 簡易耐火町営住宅小屋部分

は比較的新しい個人住宅で、2階の波形鉄板葺屋根が全面吹飛んでいる。図10は補強コンクリートブロック造の町営住宅で、同じく波形鉄板屋根に大きな被害を受けたものである。軒先は10cmほどに切りつめるなど、設計に工夫のあとがみられ、一般住家とちがって金物も型通りに使用されているが、図11に示すように、片面カスガイ打ちとした母屋までを残し、たるき以上が吹飛んでいる。

屋根が鉄筋コンクリートスラブのブロック或は鉄筋コンクリート造住家も、雨戸、ガラス戸が風圧と飛来物で破られたものが多かった。被害の少なかった例として、図12の和泊付近の4階建16戸のアパートをあげる。アルミ耐風サッシュで、アミ入りガラスの破損は計4箇所、ガラス全面積の約1%にとどまった。風向がガラス面に対し斜めであったこともあるが、海岸付近で飛来物が少なかったことも理由として考えられる。

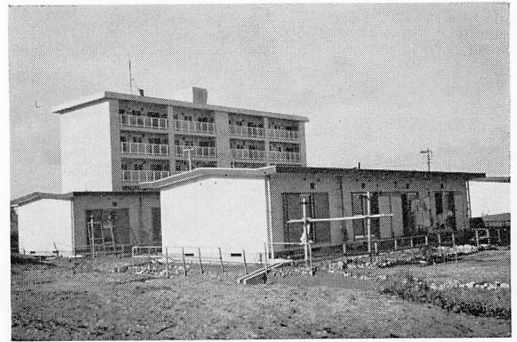


図12 鉄筋コンクリート造アパート（前面は町営住宅）

2.5. 附属家の被害

島では牛の飼育が盛んで、多くの農家でブロック造（一部に石積み木造）の畜舎がみられる。木造小屋組のものは屋根に被害を受けたが、鉄筋コンクリートスラブのものは健全で、強風時の被難場所になった。一例を図13に示す。2.3でふれたが、隅部に島独特のブロック造の特徴である鉄筋コンクリートの柱型(25cm×25cm程度、鉄筋は13φ2～4本といわれる)がみられる。

数は少なくなったが、この地方の農家の特徴的な附属建物として高倉がある。昔のままに石垣や樹木でよ



図13 ブロック造牛舎



図14 柱脚部の貫が折損した高倉

く遮蔽されたものは、今度の台風でも無事に残った。図14は神社境内に展示されていたもので、足もとの貫が折損し、柱が横倒しになっている。

2.6. 石垣と防風樹

住家周囲の石垣と防風樹が最近失なわれつつあることは2.2でも述べた。現地で聞いたその理由は次のようである。

- 1) 石積は手間がかかり、かつ技能を要する。人手も少なくなった現在、新しくつくるのが困難である。
- 2) 昔より建物の面積が大きくなった。厚みのある石垣は敷地の有効面積を小さくするので具合が悪い。
- 3) 防風樹の密植は風通しが悪い。落葉の始末も面倒で、鉄板屋根を腐蝕させたりする。

現在みられる石垣の例を図15、図16に示す。

図15は部落で一般にみられるもので、厚さ1m弱、高さは1.2m程度のものが多い。内側にガジュマルが植えられているが、その気根が蛇籠のように石垣を包みこむのがよくみられる。図16は程度の高い石垣の例で、石垣の裏側に土を盛り、その上にガジュマルが密



図15 石垣と防風樹の例 1



図16 石垣と防風樹の例 2

植されている。

今度の台風では、強風と共に飛来物による被害がいろいろあったが、樹木が鉄板、木片などのスクリーンになっている例がよくみられた。密植された樹木が、遮風だけでなく、飛来物防止という点でも効果のあることを示すものとして興味深い。

3. 学校の被害

3.1. 概要

島内には公立の教育施設として、幼稚園2、小学校8、中学校4、高等学校1がある。そのうち木造の幼稚園の一つが全壊、他の一つが半壊した。小、中、高等学校は主要部分が鉄筋コンクリート造に建てかえられていたため、倒壊は倉庫その他附属家にとどまったが、各校で教室の窓建具の多くが打ち破られた外、3校（和泊中、城ヶ丘中、沖永良部高）で体育館の鉄板屋根に被害を生じた。特に被害のいちいちしい和泊中体育館について、次項でその詳細を述べる。

3.2. 和泊中体育館の被害

和泊中学は海岸近くにあり、体育館の棟の方向は、ほぼ北西－南東で、台風眼通過前後の強風をそれぞれ棟と斜め方向からうけたと思われる。2mm厚の窓ガラスのほとんど、窓枠の一部が破壊し、棟の両側共、長尺瓦棒の鉄板屋根の過半が吹飛び、天井の全てが落下した。図17に外観、図18に内部、図19に隣地に落下した鉄板屋根、図20に落下した母屋の接合部と天井野縁を示す。

屋根の詳細を図21に示す。厚さ0.4mmの真木なし長尺鉄板瓦棒葺で、野地板を用いず、0.4mm厚の通

し吊子を、羽子板ボルトで留め、母屋(105 mm×120 mm)に2本のスクリー釘で留付けてある。建設後9年を経過した建物であるが、屋根鉄板は被災1カ月前に全面葺きかえたばかりであった。

飛散落下した鉄板の母屋への取付け部分は、羽子板ボルトの締付けナット部分で通し吊子の鉄板の破れているものと、スクリー釘が母屋から抜け、羽子板ボルトは健全に鉄板についているものとがある。いずれも強引にめくり返された時の破壊を思わせるもので

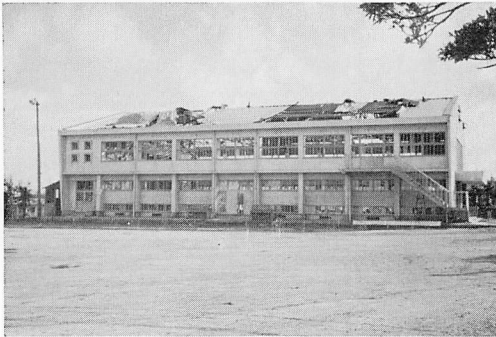


図17 和泊中体育館の屋根被害

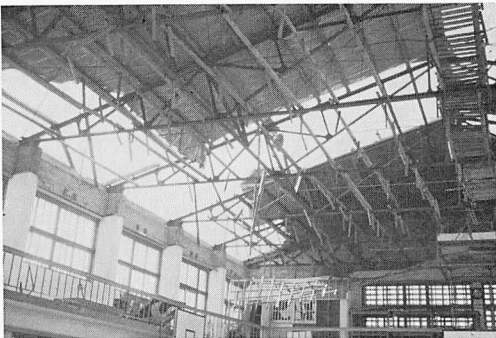


図18 体育館内部



図19 隣地に落下した屋根鉄板



図20 床に落下した母屋と野縁

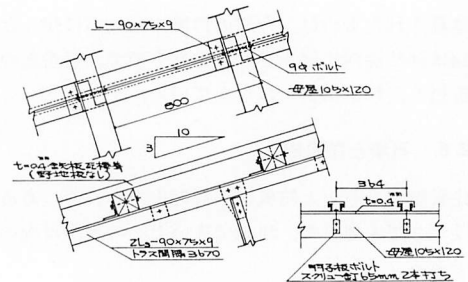


図21 和泊中体育館屋根詳細

ある。

この被害で特に注目されるのは、鉄板とともに、かなりの母屋が飛散したことである。その中には、図20でみられるように、トラス上のボルト接合部で完全に割りさかれたものがあった。

風速を60 m/s (速度圧 220 kg/m²) とし、仮に風力係数を1.0とすると、母屋端部のボルトに加わる力は約320 kgになり、半面を切欠いた断面(52 mm×120 mm)では、割りさきをともなうせん断、ならびにボルトのめり込みに対する短期許容耐力を超える。母屋接合部の設計にも無理があったことが明らかである。

大破壊のきっかけとなった最大の弱点が何処にあったかは、以上の調査ではわからなかったが、一般論として、この種の屋根はなるべく鉄骨の母屋を用い、風圧を負担できる野地板を張ることを設計の前提とすべきであろう。

4. 鉄骨構造物の被害

4.1. 無線用鉄塔の倒壊

和泊の中心地にある沖永良部警察署の無線用鉄塔が、

海からの強風で倒壊した。山形鋼を素材とするボルト接合（ガセットプレートなし）の高さ 35 m の三角鉄塔で、図22のように、風下部材が地上4.5 m の折曲げ部分で座屈倒壊した形となっている。倒壊時の衝撃も



図22 倒壊した無線用鉄塔

加わったため、腹材の端部の接合ボルトの破断が多くみられた。なお、この鉄塔は昭和30年に建設されたが、塩害のため、地上部分は昭和45年に建て直されたものである。

九州管区警察局は倒壊後直ちに調査を行ない、倒壊時に圧縮変形するはずの下部の斜材の一つが、真直なまま端部接合ボルトが破断していたことから、破壊のきっかけはこのボルトのせん断破壊と判断した。

警察局の調査を参考とし、倒壊の理由をまとめれば次のようになる。

1) 鉄塔は $60\sqrt{h}$ の速度圧で設計されている。沖永良部測候所での最大瞬間風速は 60.4 m/s であった。6.1で述べるように、実際の風速はこの値を上まわったという考えもあるが、一応この 60.4 m/s（高さ 11 m）をもとに、瞬間風速を仮に高さの1/16乗に比例するとして速度圧のプロフィールを求め、設計用速度圧と比較すると図23のようになる。上部では設計用速度圧にかなり余裕があるが、風の動的効果を考えれば、設計用応力に近い応力が生じたと考えることは、必ら

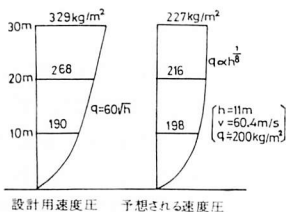


図23 速度圧分布

ずしも不自然ではない。なお警察局では、高さ 20 m の位置に巻きついた、民家の屋根鉄板による風力の増大も一原因としている。

2) 下部では腹材の応力がかなりの値になるにかかわらず、腹材と主材の接合はすべてボルト 1 本で設計され、特に破壊のきっかけとなったと思われる箇所の 5/8φ ボルトは短期許容耐力（旧建築学会規準による、短期 $f_s=1.8 t/cm^2$ ）一ぱいに設計されていた。図24にせん断されたボルト（東山式ナット付、高力ボルトで

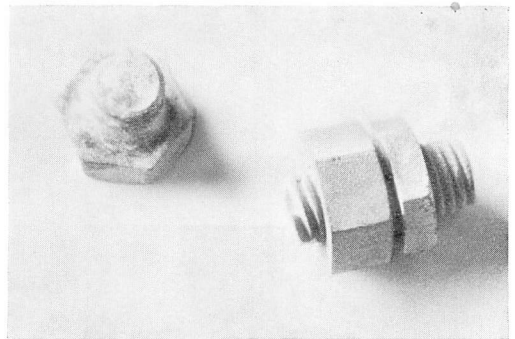


図24 鉄塔の破断したボルト

はない）を示すが、全長ねじ切りしたボルトを使用したのは完全なミスで、余裕のない設計にこのミスが加わり、塔の破壊の直接の原因となったものと考えられる。

4.2. 工場その他の被害

和泊から知名に向う途中の海岸沿いに、南栄製糖の工場がある。建物の延床面積約 4500 m² の、島で唯一の大きな工場であるが、図25に示すように、海側の壁と屋根の28# 波形鉄板が大面積にわたって吹飛んだ。



図25 製糖工場の被害（南栄製糖提供）

図26は鉄骨スレート葺の小規模な黒糖工場で、妻側の壁がはらみ出している。図27にこの部分の間柱脚部を示す。13φ筋2本を布コンクリートに適当に埋込み、

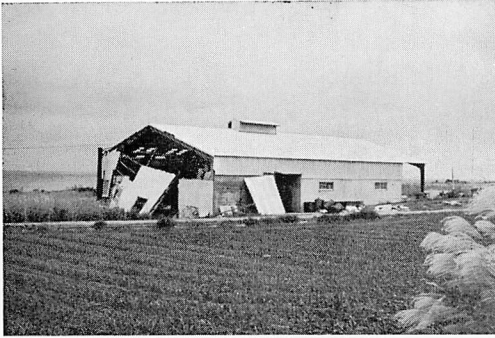


図26 黒糖工場の被害



図27 黒糖工場間柱脚部



図28 煙草乾草所の被害

鉄筋上部を柱脚にそわせて現場溶接したもので、コンクリート上端で鉄筋が切断している。水準以下の設計施工が破壊の原因である。

図28は高台にある鉄骨スレート葺の煙草乾燥所で、屋根、壁のスレートがかなり吹飛んでいる。島内の鉄骨工場の類は数は少ないが、以上の外、波形スレートや鉄板を飛ばされた例を散見した。

図29には裏返された給油所の軽便なキャノピーを、図30には全壊した仮設プレハブを示す。

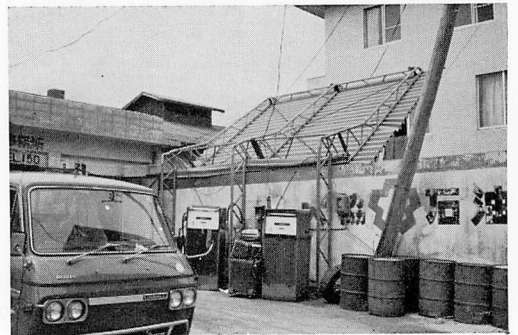


図29 給油所キャノピーの被害



図30 仮設プレハブの倒壊

5. その他の被害

5.1. 和泊町民体育館の被害

52年3月に竣工した和泊町民体育館（鉄骨造2階建、延面積2293m²）が海からの東風に、風上側の窓の半ばを破られ、天井の一部が落下する被害を生じた。図31に破られた東側の窓面を、図32に内部の状態を示す。なお、厚さ0.5mmの鉄板瓦棒葺の屋根（ライトゲージ母屋、木毛板下地）は無傷であった。



図31 和泊町体育館の窓の被害（鹿児島県提供）



図32 体育館内部

東側の16連の横長の窓（1ユニットの幅1.6m、高さ3.1m）は、2個の方立てが脱落し、4連が窓枠とともに完全に吹飛んだ。図33にこの窓部分を、図34に窓枠、方立てが脱落した腰壁と方立て端部を示す。方立て端部のアンカーは不十分で、腰壁の内側に、モルタルで簡単に埋込んだだけ（他の1本の方立ての端部には、短い鉄筋が溶接されていたが、これも有効とは思えない）で、特に外から内に向う圧力に抵抗し難かったことがわかる。また試算によれば、この方立ての剛性も不足（鋼材に換算した方立ての断面2次モーメントは約 50 cm^4 、設計荷重 280 kg/m^2 に対し、中央たわみはスパンの約 $1/60$ になる）で、変形が端部の脱落を早めたことも考えられる。なお、窓枠の取付金物は、変形しながらコンクリートにアンカーされて残っていた。

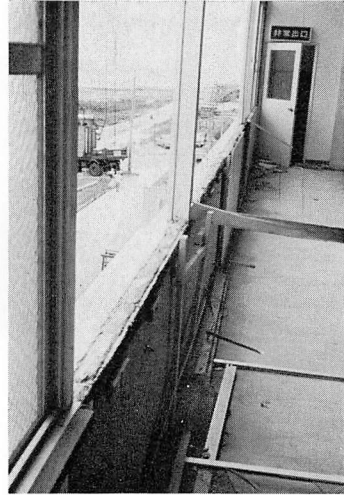


図33 破壊した窓

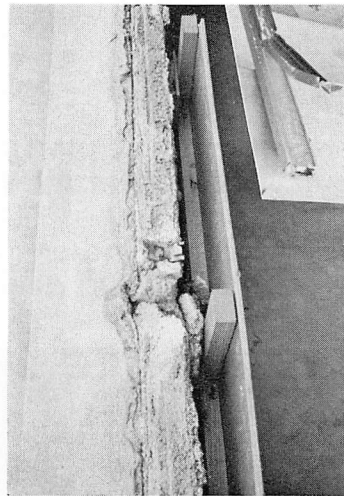


図34 窓台の方立て脱落部分と方立て端部

窓の破壊の原因は、東側の風上に大破した木造家屋があることから、風圧だけでなく、飛来物にもよるものと考えられる。事実、数は多くはないが、室内には外部から飛来した鉄板、セメント瓦の破片、木ぎれ、テレビアンテナ等が見出せた。特にセメント瓦の二三の破片が、風上50~60mの屋根からの飛来と思われるのが注目された。

5.2. ブロック建造物の被害

図35は、風上面を風圧でへし折られたブロック建物



図35 ブロック建物の倒壊

である。軒高4m 近い壁体を15cm 厚ブロックで積み、頂部を同幅の鉄筋コンクリート打ちとし、木造小屋をかけたもので、補強コンクリートブロック造とは全く異質のものである。他にも被害をうけた同種の構造をみた。この種の建物の存在には、都市計画区域内指定がごく最近（知名町50年9月，和泊町51年1月）であったことも関係している。

5.3. 工作物その他の被害

強風により、電柱の多くが折損或は根入れ抵抗不足により傾斜した。九電関係の電柱被害は折損222本，転倒61本，傾斜335本（総数4051本，すべて木柱），電電公社関係は倒壊約600本，傾斜約1000本（総数4062本，木柱およびコンクリート柱）であった。



図36 墓石の転倒

図36は海岸近くの墓地でみた墓石の転倒である。墓石の転倒については八丈島災害調査²⁾でも報告されているが、地面附近でも、きわめて強い風（50 m/s 程度）のあったことを示すものと考えられる。

6. 考 察

6.1. 風速の期待値その他

沖永良部測候所が観測を開始（昭和44年5月）して以後の、年最大風速の記録を表4に示す。超過確率 P をHazenの方法で求め、2重指数分布への当てはめをしたのが図37である。平均風速の分布には問題があるが、Gumbelの積率法で回帰直線を求め、再現期間100年の期待値を求めると、瞬間風速72.1m/s，平均風速53.8m/sという結果になる。資料数が少ないので、更に今後の観測にまたなければならないが、今後の最大瞬間風速60.4m/sという値は、この地方にと

表4 年最大風速（沖永良部測候所）

| | 最大風速 (m/s) | 最大瞬間風速 (m/s) |
|-------|------------|--------------|
| 昭和44年 | 32.0 | 40.8 |
| 45 | 35.7 | 49.5 |
| 46 | 24.7 | 33.4 |
| 47 | 33.3 | 40.6 |
| 48 | 19.3 | 30.8 |
| 49 | 34.8 | 42.0 |
| 50 | 19.5 | 32.7 |
| 51 | 35.9 | 48.8 |
| 52 | 39.4 | 60.4 |

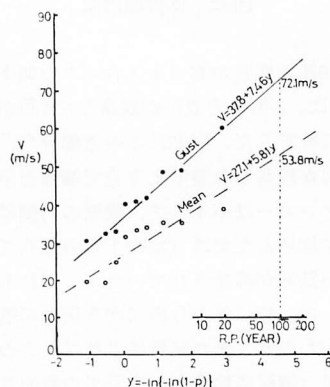


図37 風速再現期待値

って、“きわめてまれなケース”ではないことは確かである。

最大瞬間風速と住家の全壊率については石崎等の研

究³⁾がある。今度の台風も加えてその関係を示すと図38のようになる。従来の台風とくらべ、風速に対する全壊率が異常に高い。遮蔽物が少なく、住家の質の低いことがその主要な原因と思われるが、或は60.4m/s(高さ11m)を上まわる強風があったかも知れない、という考えも否定できない。

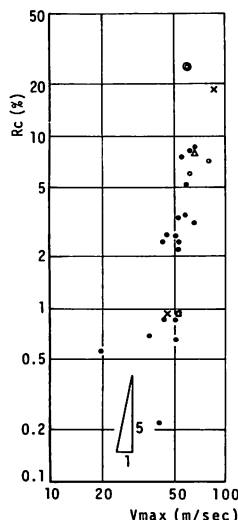


図38 最大瞬間風速と住家全壊率 (Rc)³⁾

- ……伊勢湾台風
- ×……第2宮古島台風
- ……第3宮古島台風
- △……八丈島台風
- ◎……沖永良部台風

今度の台風の強風については、測候所のほか、和泊近くの県合同庁舎屋上のプロペラ型風向風速計が、22時10分頃約65m/sの瞬間風速を記録している。ただしこれも、風向およびその後の風速の記録はない。完全な風向風速の記録がないため、被害と風速の関係については、なおあいまいな点が残される。

6.2. 木造住家の耐風性と遮蔽の問題

元来、強風地帯の民家の耐風対策は、石垣と樹木による遮蔽が基本であった。度重なる強風の経験から、琉球赤瓦屋根という耐風工法をもった沖縄を除き、経済的基盤の弱い離島では、建物自体の耐風性は本土よりむしろ低いと考えられる。沖永良部島では、昭和36年の第2室戸台風で全壊住家200戸という被害を出したほか、近年最大級の強風の経験はなく、軽量の波形

鉄板屋根が安易に普及し、更に石垣や樹木等の遮蔽物の軽視が重なって、今度の被害をきわめて大きなものにした。

一般論になるが、在来工法木造の耐風化は大へん難かしい。一個所の損傷でも圧力バランスは破れ、破壊が進行するから、細部まで手が抜けな。強度計算にもとづき、設計図に部材、くぎ、金物を詳細に指定し、現場で実施させなければ実効は上らないが、高度な管理と、現場での小規模一品生産とは両立し難い。結局、建物自体の耐風化を計るには、木造に固執するのは不適で、あまり神経を使わなくても元来耐風力に余裕のある鉄筋コンクリート造か、ブロック造が近道ということになる。別な見方をすれば、木造はやはり適当な遮蔽物の存在を前提として許さるべきもの、といえよう。(沖縄ではすでに、木造家屋の新築はまれになった)

今度の台風では、特に樹木が密植されている場合には、石垣・防風樹の効果はかなりあるという印象をうけた。1戸毎にこれをめぐらす昔の方式に帰るのではなく、もし可能ならば、部落全体としてこれらを配置することを検討しては如何だろう。個々のうすい防風樹では、枝葉が吹きはらわれ、飛来物としてマイナスの効果になることも考えられる。

なお、ブロック塀の倒壊を各所でみた。ブロック塀が横力に抗し難いことは周知の事実で、十分な控壁をつけないかぎり、石垣をこれにかえることは適当でない。

6.3. 窓ガラスの保護

窓ガラスの破損については、原因が風圧であるのか飛来物であるのか、はっきり区別することは困難だったが、学校等の並ガラス、木製サッシのものは風圧によるものが多く、アルミの耐風サッシで5mm以上のガラスを用いたものは、大型のガラスを除き、飛散物によるものが多いという印象をうけた。

窓ガラスの破損が、時に大きな2次の被害をひきおこすことは、和泊町民体育館の例でもわかるが、木造住家の場合には、風上側のランマのガラスが破れ、或は雨戸ごとガラス戸が破れ、その直後屋根が飛んだという話をいくつか聞いた。窓ガラスの保護は、強風地帯では重要な問題点の一つである。

住宅では、ランマも含め雨戸を設けることが必要である。ただし、3mmのベニヤ板戸などは強風時には全く無力であろう。軽量シャッターは勿論、重量シャ

ッターが押し曲げられた例もあった。風圧と、或る程度の衝撃力に耐えられる製品が市場に出まわることが望ましい。

また万一、窓ガラスの破壊が予想される建物では、それによる2次的被害を少なくすることを、あらかじめ考慮すべきである。和泊町民体育館の被害例からは、天井の鋼製野縁が、下からの圧力にほとんど耐力がないことがわかった。改善すべき点の一つといえる。

6.4. 復旧状況

52年12月末の調査では、現地は災害の応急処置は一応すんだが、完全な復旧にはまだ遠いという状態であった。2.2の図4に一部落の被災住家の復旧状況を付したが、一部の改築されたものを除き、全壊も含め、多くが何らかの形で補修使用されている。この中には、セメント瓦が鉄板に葺きかえられたものもある。

災害後の新築住家の数はまだ少ないが、その構造種別を表5に示す。鉄筋コンクリート造および鉄筋コンクリート造プレハブが全体の床面積の74%を占め、島民の木造離れの傾向がすでに表われている。6.2で述べたように、好ましい傾向であるが、高温多湿地の居住性には問題があり、観光地の景観の点からも、鉄筋コンクリート造等の設計には、今後の工夫がほしい所である。新築の例として、図39には外壁を木造とした鉄筋コンクリートラーメン造住宅を、図40には伝統的

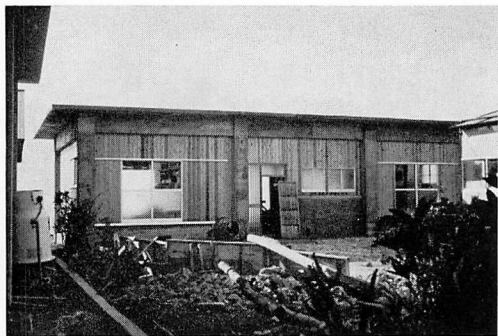


図39 鉄筋コンクリート造新築住家

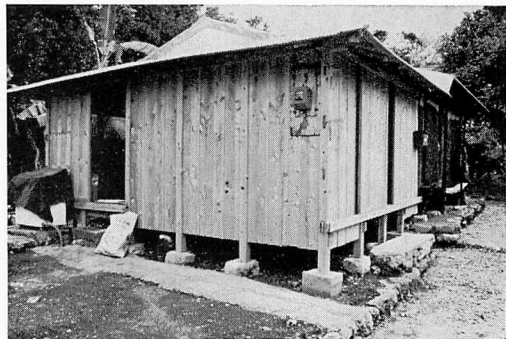


図40 木造新築住家

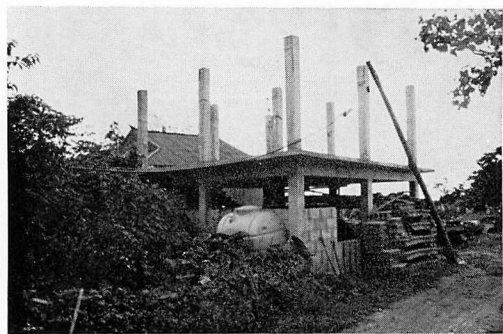


図41 独特の混合構造

な木造住宅を示す。後者には柱脚に金物を使用されているが、耐風性能の向上はあまり期待できまい。なお、図41のような、ブロックと鉄筋コンクリートの混合構造が相変わらずみられる。小規模なものを除き、今後指導整理する必要がある。

7. む す び

沖永良部台風により、沖永良部島では住家を中心に、建築物に大きな被害を生じた。遮蔽物が少ないこと、島の経済基盤が弱いために住家の質が低いこと、近年最大級の強風の経験がなく、風に対する認識が低下していたこと、がその原因と思われる。

表5 新築住家の構造（和泊町、知名町合計，S52. 10. 1～S53. 1. 20）

| | 木 造 | 鉄骨造 | ブロック造 | 鉄筋コンクリート造 | R C プレハブ | 計 |
|------------------------|-------|-----|-------|-----------|----------|--------|
| 件 数 | 26 | 2 | 2 | 50 | 30 | 110 |
| 延べ面積 (m ²) | 2,421 | 331 | 173 | 5,411 | 2,909 | 11,245 |

耐風対策上の結論を以下に列記する。

1) 木造住家は金物等の使用により、耐風性能を向上させる必要がある。ただし、建物自体の完全な耐風化は困難であり、基本的には、木造（在来工法）は遮蔽物を前提として考えるべきものと思われる。

2) 石垣や樹木の耐風効果は再認識する必要がある。その場合、個々の住家単位でなく、部落全体としてその配置を考えるのが適当ではあるまいか。

3) 長期的には、住家は耐風力に余裕のある鉄筋コンクリート造又はコンクリートブロック造、或は耐風設計の裏付けのあるプレハブに変えられるべきである。ただしその場合、特に高温多湿地の居住性について、十分な考慮が必要である。

4) 窓ガラスは、風圧だけでなく飛来物を考え、十分強度のある雨戸、シャッター等で保護すべきである。破られることが予想される場合には、2次の被害を少

なくするよう、あらかじめ考慮する必要がある。

5) 島の建設技術の水準は、本土と比べて低い。早急に改善の必要がある。

この調査研究の一部は、文部省科学研究費（突発災害調査研究）によった。調査に際しご援助いただいた関係各官庁および現地の方々に、心からお礼を申し上げます。また、資料整理に協力された和田正義君に謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) 鹿児島地方気象台：沖永良部台風に関する異常気象速報，昭和52年9月
- 2) 八丈島災害調査報告，建築雑誌，昭和51年2月
- 3) 石崎澄雄他：第3宮古島台風による家屋の風災害について，京大防災研年報，昭和45年3月