

# 土 木 研 究 所 資 料

第1129号

台風13号による八丈島災害調査報告書

昭和 51 年 3 月

建設省土木研究所  
構造橋梁部構造研究室

## 序

昭和50年10月2日、沖の鳥島の南西海上で発生した台風13号は、北上を続けながら次第に発達し、小型の強い台風となった。その後、台風は勢力を保ちながら本州南海上を進み、10月5日16時ごろ八丈島付近を通過した。この台風により、八丈島では住宅や、電力・電話などの公共施設に激甚な被害が発生した。

土木研究所では、東京都八丈支庁の協力を得て、10月9日から3日間現地調査を行なった。この報告書は強風の記録、被害の状況などについて調査した結果をとりまとめたものである。

昭和51年3月

構造研究室 室 長 成 田 信 之

研 究 員 横 山 功 一

室 員 河 野 良 次

# 目 次

|                        |    |
|------------------------|----|
| まえがき .....             | 1  |
| 1. 強風の特徴 .....         | 1  |
| 1.1 台風概要 .....         | 1  |
| 1.2 八丈島の地形と風の特徴 .....  | 5  |
| 2. 被害調査 .....          | 12 |
| 2.1 被害概要 .....         | 12 |
| 2.2 道路の被害 .....        | 14 |
| 2.3 主な構造物の被害 .....     | 14 |
| 2.3.1 橋梁・防波堤 .....     | 15 |
| 2.3.2 ロラン局の鉄塔 .....    | 15 |
| 2.3.3 夜間照明塔 .....      | 17 |
| 2.3.4 電柱・ブロック塀など ..... | 21 |
| 3. 総 括 .....           | 23 |
| あ  と  が  き .....       | 23 |
| 参 考 文 献 .....          | 24 |

100

100

是は金

100

•

•

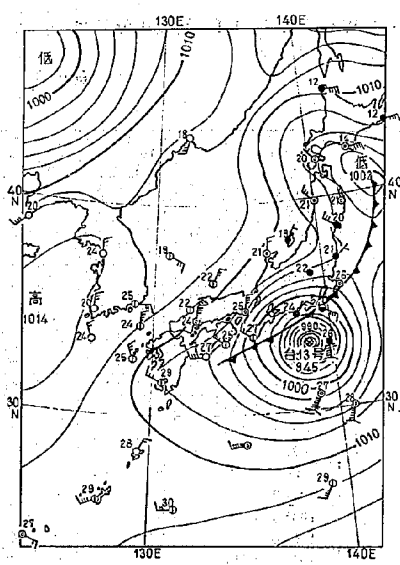


図-2 地上天気図(昭和50年10月5日15時)<sup>1)</sup>

表-1 台風の大きさの分類

| 程 度   | 1000mbの等圧線の半径 | 風速25m/s以上の半径<br>(参 考) | 最大円形等圧線の半径<br>(参 考) |
|-------|---------------|-----------------------|---------------------|
| 超 大 型 | 600 km 以 上    | 400 km 又はそれ以上         | 800 km 以 上          |
| 大 型   | 300 ~ 600     | 300 km 前 後            | 400 ~ 800           |
| 中 型   | 200 ~ 300     | 200 km "              | 300 ~ 400           |
| 小 型   | 100 ~ 200     | 100 km "              | 200 ~ 300           |
| ごく小さい | 100 km 以 下    | -                     | 100 km 以 下          |

表-2 台風の強さの分類

| 階 級   | 中 心 気 圧    | 最大風速(参考)   |
|-------|------------|------------|
| 弱 い   | 990 mb 以 上 | 25 m/s 未 満 |
| 並 み   | 950 ~ 989  | 25 ~ 34    |
| 強 い   | 930 ~ 949  | 35 ~ 44    |
| 非常に強い | 900 ~ 929  | 45 ~ 54    |
| 猛 烈 な | 900 mb 以 下 | 55 m/s 以上  |

八丈島測候所で観測された風速は表-3に示されているが、5日の14時から天気も雨に変わり風も強くなって、台風の影響を受け始めた。台風が接近して来る間は風向はS~SSWであり、瞬間最大風速は16時30分に67.8m/s(風向S)を記録した。その後、台風の通過と共に風向はW~NWへと変わり17時00分には最大平均風速35.5m/s(風向W)を記録し、21時には風速

表-3 気象官署観測資料

八丈島

| 日 | 時  | 気 圧<br>(海 面)<br>mb | 気温<br>℃ | 湿度<br>% | 風 向<br>方 位 | 風速<br>m/s | 降水<br>mm | 天気 |
|---|----|--------------------|---------|---------|------------|-----------|----------|----|
| 4 | 21 | 1010.2             | 25.5    | 87      | SW         | 5.8       | -        | ☉  |
|   | 24 | 1009.7             | 25.3    |         | SW         | 5.2       | -        | ☉  |
| 5 | 3  | 1008.7             | 25.2    | 87      | SW         | 5.5       | -        | ☉  |
|   | 6  | 1008.5             | 25.5    |         | SSW        | 5.1       | -        | ☉  |
|   | 9  | 1007.8             | 26.1    | 87      | S          | 6.7       | 0.0      | ☉  |
|   | 11 | 1005.2             | 26.3    | 87      | SSW        | 7.5       | -        | ☉  |
|   | 12 | 1002.7             | 26.5    | 86      | SSW        | 8.7       | -        | ☉  |
|   | 13 | 1000.3             | 26.4    | 84      | S          | 10.0      | 0.0      | ☉  |
|   | 14 | 996.0              | 26.3    | 87      | SSW        | 12.2      | 0.0      | ●  |
|   | 15 | 990.4              | 25.5    | 88      | S          | 15.9      | 10.5     | ●  |
|   | 16 | 972.7              | 24.7    | 94      | S          | 22.1      | 5.5      | ●  |
|   | 17 | 965.3              | 25.4    | 93      | W          | 35.5      | 4.5      | ●  |
|   | 18 | 991.0              | 25.3    | 96      | W          | 14.4      | 1.5      | ●  |
|   | 19 | 998.4              | 23.4    | 86      | NW         | 12.2      | 1.0      | ☉  |
|   | 20 | 1002.3             | 23.8    | 82      | WNW        | 12.0      | -        | ☉  |
|   | 21 | 1005.0             | 24.3    | 78      | NW         | 7.0       | -        | ☉  |
|   | 24 | 1007.8             | 22.6    |         | NW         | 3.8       | 2.0      | ●  |
| 6 | 3  | 1009.4             | 21.6    | 89      | -          | 0.0       | 0.5      | ☉  |
|   | 6  | 1011.4             | 21.4    |         | NE         | 1.9       | -        | ☉  |
|   | 9  | 1013.5             | 25.0    | 65      | ENE        | 5.4       | 0.0      | ☉  |

三宅島

| 日 | 時  | 気 圧<br>(海 面)<br>mb | 気温<br>℃ | 湿度<br>% | 風 向<br>方 位 | 風速<br>m/s | 降水<br>mm | 天気 |
|---|----|--------------------|---------|---------|------------|-----------|----------|----|
| 4 | 21 | 1008.4             | 25.6    | 88      | SW         | 4.4       | -        | ☉  |
|   | 24 |                    |         |         |            |           |          |    |
| 5 | 3  | 1007.2             | 25.4    | 84      | SW         | 4.7       | -        | ☉  |
|   | 6  |                    | 25.4    |         | SW         | 3.6       | -        |    |
|   | 9  | 1006.8             | 26.3    | 81      | S          | 4.6       | 0.5      | ☉  |
|   | 11 |                    |         |         |            |           |          |    |
|   | 12 | 1003.0             | 25.9    | 87      | SE         | 5.3       | 0.0      | ☉  |
|   | 13 | 1000.5             | 25.4    | 89      | SE         | 4.1       | 2.0      | ●  |
|   | 14 | 997.7              | 26.1    | 90      | SE         | 6.8       | 5.5      | ●  |
|   | 15 | 993.9              | 26.0    | 92      | ESE        | 9.4       | 6.0      | ●  |
|   | 16 | 989.8              | 25.1    | 92      | E          | 15.8      | 16.0     | ●  |
|   | 17 | 989.1              | 25.1    | 88      | NNE        | 17.5      | 1.5      | ●  |
|   | 18 | 993.6              | 21.9    | 91      | NNE        | 15.2      | 12.5     | ●  |
|   | 19 | 996.9              | 23.0    | 89      | N          | 11.2      | 3.5      | ●  |
|   | 20 | 1000.6             | 23.6    | 85      | N          | 8.8       | 0.0      | ●  |
|   | 21 | 1003.7             | 23.3    | 79      | N          | 5.9       | 0.0      | ●  |
|   | 24 |                    |         |         |            |           |          |    |
| 6 | 3  | 1008.5             | 22.7    | 66      | E          | 4.8       | -        | ●  |
|   | 6  |                    |         |         |            |           |          |    |
|   | 9  | 1014.1             | 24.5    | 50      | NE         | 4.4       | -        | ☉  |

10m/s 以下になった。

この台風の特徴としては、次のような事柄が考えられよう。

- (1) 小型で強い台風であり、暴風半径が小さい割には中心付近での最大風速が強かった。(60km離れた青ヶ島ではほとんど被害が生じなかった。)
- (2) 八丈島付近に達するまで、ほとんど衰弱しないで最盛期の勢力を保っており、台風の目ははっきりしていた。
- (3) 暴風半径が狭く、かつ移動速度が60km/hと速かったため、八丈島では15m/s以上の強風となったのは5日15時ごろから18時ごろまでの短時間であった。
- (4) 八丈島の日降雨量は僅か25.5mmと少なく、風台風の性格を示した。

なお、土木施設の耐風設計の立場から今回の台風による強風と過去の強風と比較したのが、表-4、図-3である。表-4、図-3は菊地原によって計算されたもの(1929~66)<sup>2)</sup>に、それ以降のデータを追加し同じ手法により求めたものである。これらによると、八丈島では本州よりも強風の吹く機会が多く、均質な風の記録が得られるようになった1929年からの47年間で台風13号の場合は第7位の記録であり、再現期間としては約7年程度であることが分る。また、過去15年間はあまり強風の吹く機会が無かったことも注目される。

表-4 年最大風速(八丈島)

| 年    | 月 日    | 風 速  | 風 向 | 風 速* | 年    | 月 日    | 風 速  | 風 向 | 風 速* |
|------|--------|------|-----|------|------|--------|------|-----|------|
| 1929 | 9. 30  | 32.1 | WSW | 34.2 | 1953 | 12. 26 | 24.8 | W   | 23.2 |
| 30   | 4. 2   | 27.9 | NE  | 29.7 | 54   | 9. 18  | 34.0 | SW  | 33.7 |
| 31   | 9. 10  | 38.3 | ENE | 40.8 | 55   | 2. 20  | 32.8 | W   | 32.3 |
| 32   | 11. 14 | 39.4 | WSW | 41.5 | 56   | 12. 5  | 29.2 | W   | 28.1 |
| 33   | 3. 26  | 22.9 | NE  | 24.1 | 57   | 3. 8   | 28.4 | W   | 27.1 |
| 34   | 12. 29 | 26.0 | NNW | 27.4 | 58   | 9. 18  | 33.0 | SSW | 32.6 |
| 35   | 3. 25  | 24.1 | WNW | 25.4 | 59   | 10. 21 | 25.9 | NNE | 24.4 |
| 36   | 10. 3  | 38.7 | SW  | 40.8 | 60   | 1. 17  | 29.8 | W   | 28.7 |
| 37   | 12. 2  | 25.2 | W   | 26.5 | 61   | 10. 10 | 32.9 | SW  | 31.5 |
| 38   | 10. 21 | 44.2 | W   | 46.5 | 62   | 11. 16 | 28.5 | ENE | 27.3 |
| 39   | 10. 27 | 25.6 | NE  | 27.0 | 63   | 3. 13  | 29.3 | NE  | 28.0 |
| 40   | 2. 20  | 27.7 | SW  | 26.5 | 64   | 3. 27  | 23.8 | W   | 22.8 |
| 41   | 3. 27  | 29.5 | W   | 29.3 | 65   | 5. 27  | 24.7 | SW  | 23.6 |
| 42   | 9. 19  | 25.2 | SW  | 24.1 | 66   | 1. 4   | 25.2 | W   | 24.1 |
| 43   | 10. 10 | 36.5 | WSW | 35.0 | 67   | 9. 14  | 28.0 | ENE | 26.7 |
| 44   | 2. 24  | 26.5 | SW  | 26.2 | 68   | 1. 15  | 26.5 | W   | 25.3 |
| 45   | 12. 17 | 27.3 | SW  | 25.4 | 69   | 3. 12  | 24.5 | WSW | 23.4 |
| 46   | 12. 9  | 29.0 | W   | 27.8 | 70   | 1. 5   | 24.7 | W   | 23.6 |
| 47   | 4. 21  | 33.3 | W   | 31.9 | 71   | 1. 5   | 25.2 | W   | 24.1 |
| 48   | 9. 16  | 30.8 | SW  | 29.5 | 72   | 4. 1   | 23.8 | W   | 22.7 |
| 49   | 8. 31  | 33.2 | SW  | 32.8 | 73   | 12. 22 | 24.3 | W   | 23.2 |
| 50   | 1. 10  | 31.1 | W   | 30.4 | 74   | 3. 22  | 23.5 | W   | 22.4 |
| 51   | 12. 27 | 29.8 | W   | 28.7 | 75   | 10. 5  | 35.5 | W   | 33.9 |
| 52   | 6. 24  | 25.5 | SW  | 24.0 |      |        |      |     |      |

風速\* → 10 m高に換算した風速。

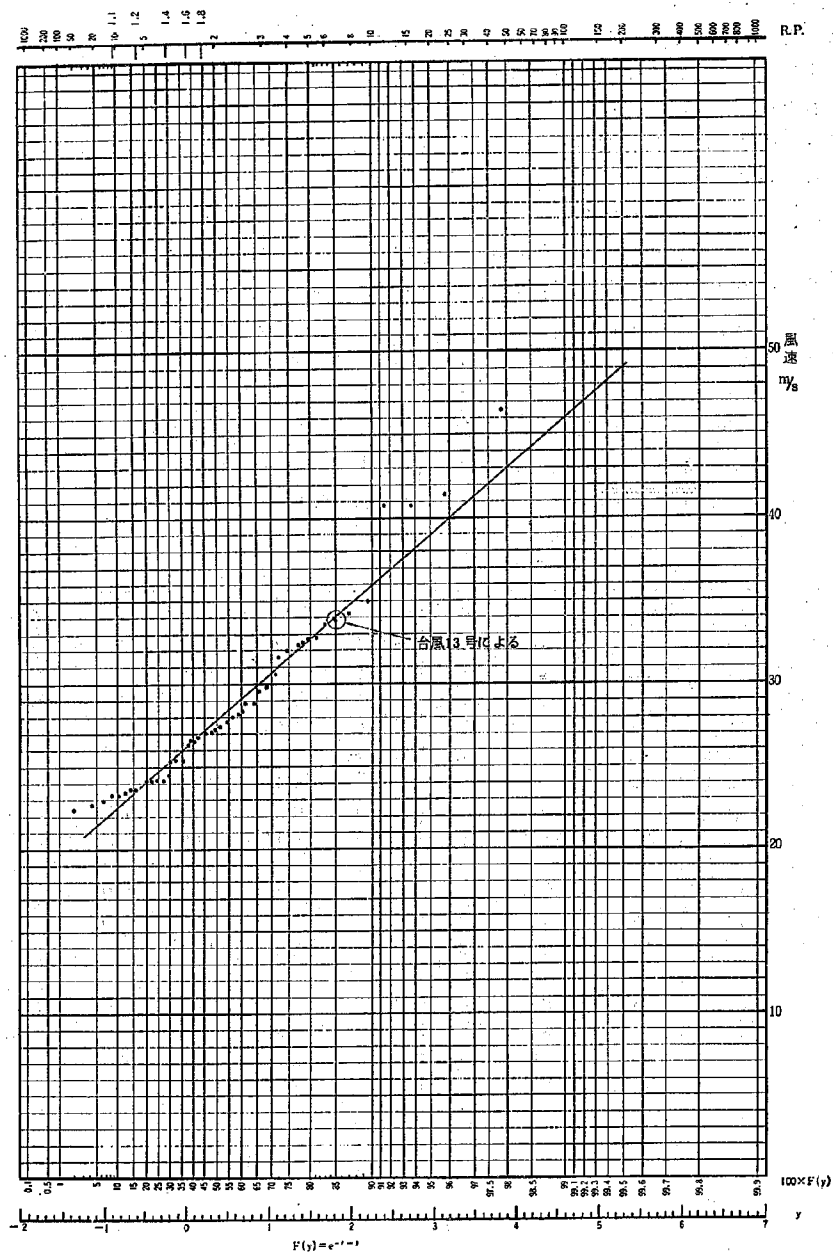


図-3 年最大風速と再現期間

工学の分野に関連した強風の性質として注意しておかなければならないのは、今回の台風による強風では、(i)10分間平均風速の最大値と瞬間風速の最大値は同一時刻には記録されていないこと、(ii)従ってガストファクターは普通1.2~1.5程度といわれているのに対し、<sup>3)</sup>今回は少なくとも1.9以上とかなり大きい値を示していることである。

## 1.2 八丈島の地形と風の特徴

八丈島は東京から南方約300kmの周囲60kmほどの島であり、図-4に示されるように北西に八丈富士(高さ854.3m)、南東に三原山(高さ704m)の2つの大きな山を擁し、その間のやや開けた台地(鞍部)には、飛行場・町役場などの主要施設が集中している。台風の接近時は風向は南であり、台風が目が通過し過ぎかかってゆく時には西風であったが、八丈島の風は八丈富士と三原山の影響を強く受けたものと推測される。

風観測は八丈島測候所以外に、末吉の八丈島燈台と大賀郷の八丈島空港で行なわれていた。しかし、風速最大時には残念ながら記録は得られていない。図-5に3地点の風速記録を示す。

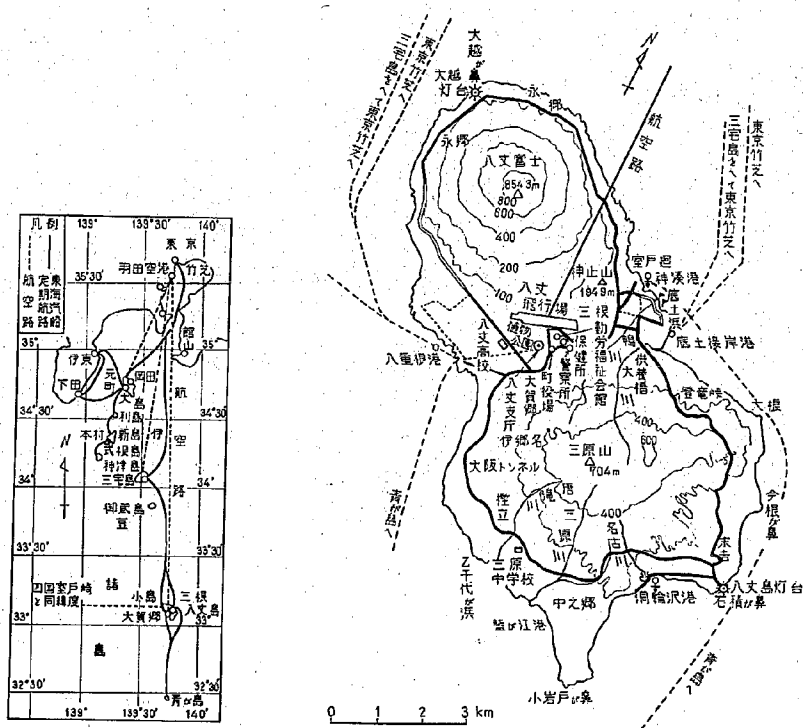
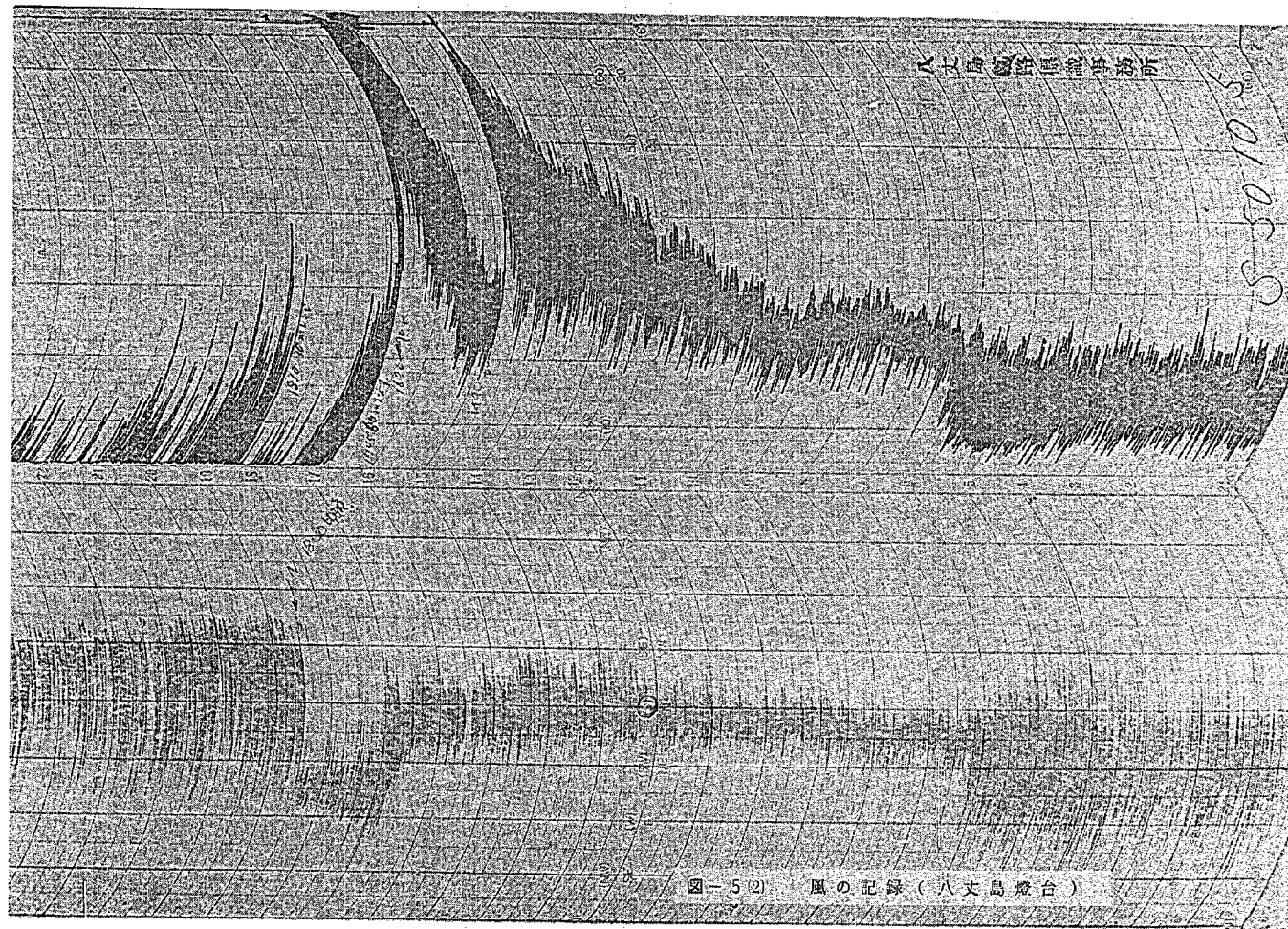


図-4 八丈島一般図





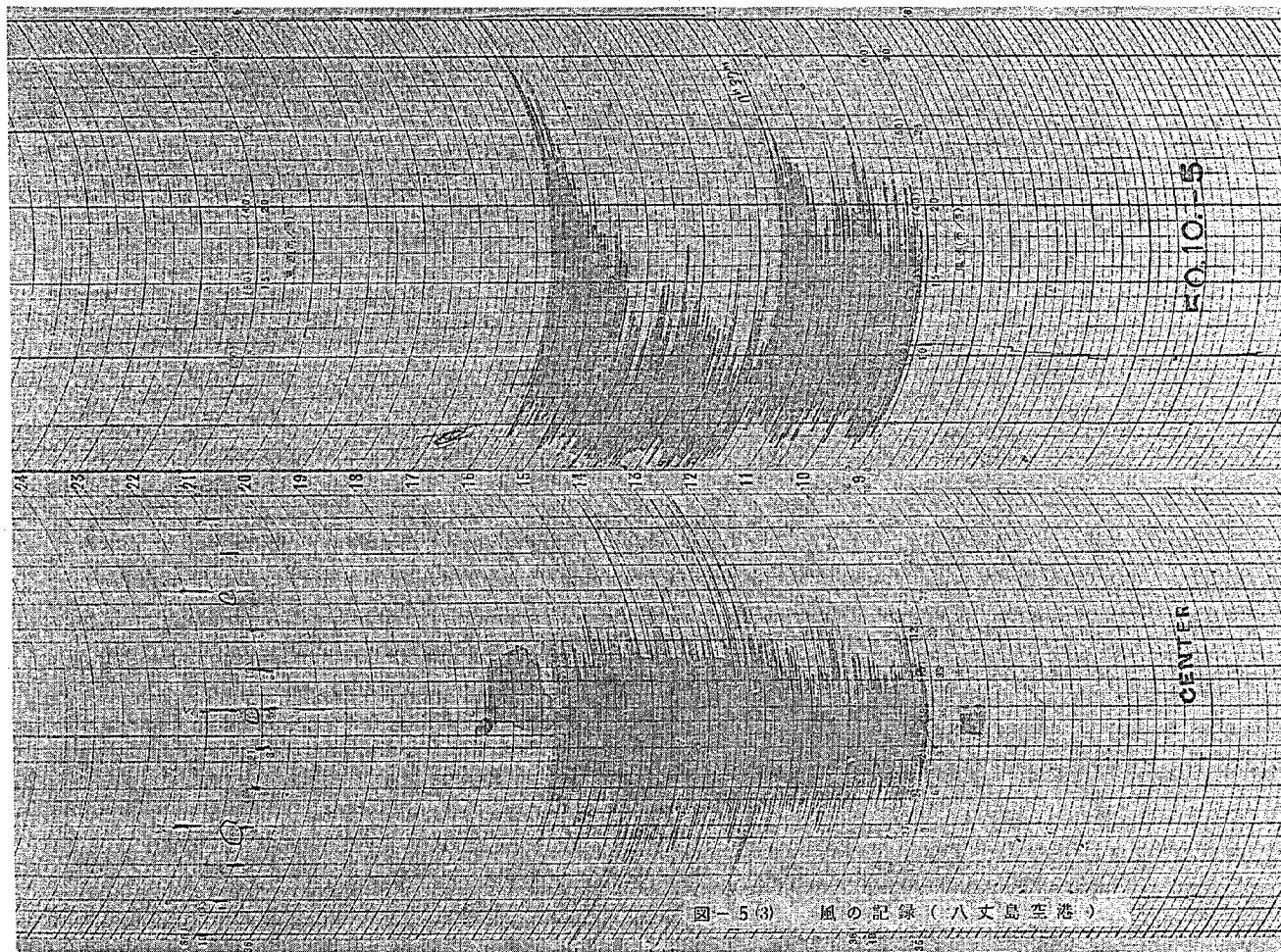


図-5(3) 風の記録(八丈島空港)

八丈島測候所は大賀郷の海拔79.7mのやや小高い丘の上であって、建物の屋上（測器の地上高13.6m）で風観測が行なわれている。その状況は写真-1に示されている。位置的には海岸から約1kmほど離れた場所なので、瞬間風速には周囲の地形の影響が含まれているものと考えられる。

八丈島燈台は島の東南端に位置し、海拔100mほどの切り立った崖の上で風観測が行なわれていて、その状況は写真-2に示されている。風速最大時の風速記録は、ペンが記録紙をオーバースケールしており、風速を読みとることはできなかった。図-5(1)の測候所の記録と比較して風の乱れが小さい事が目立つ。また、台風が通過し西風が変わってからは地形の影響により風速は急激に下っている。

一方、写真-3、4に示すように八丈島空港（海拔91.3m）では管理棟上（+10.8m）、滑走路西端（+7m）、東端（+7m）の3箇所 で風速測定が行なわれていたが、風速が60m/s に近づいた16時ごろに測定を中止した。16時ごろの風速は管理棟上、東端、西端の順に強く、西端を除き測候所と同じかやや強い風速を記録した。



写真-1 八丈島測候所

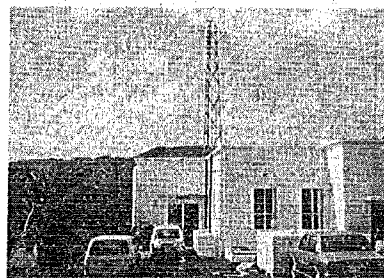


写真-2 八丈島燈台

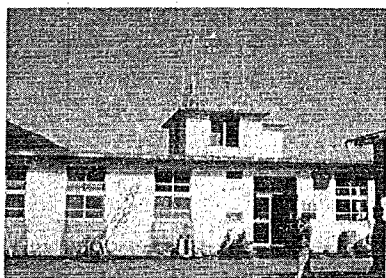


写真-3 八丈島空港（管理棟）

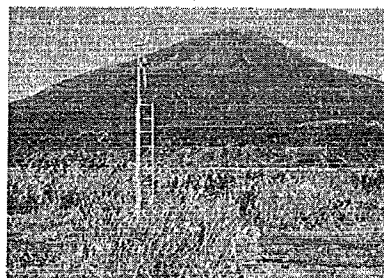


写真-4 八丈島空港（滑走路西端）

測定地点別の風の特性を把握するために、図-5の風の記録から各時刻ごとの瞬間最大値を読みとり、表-5、図-6、7により比較を行なった。欠測のために比較できるのは低い風速の時だけである。燈台では測候所よりも風速は高く、両者の相関は2つの風速領域で特性が異なっていて、20m/sまでの領域では25%増し程度の関係があり、それよりも高い風速領域では倍率の係数が変わり2倍近い風が吹くこともあるようである。また、飛行場では測候所とはほぼ同じか

表-5 台風13号風観測資料(八丈島)

| 観測地点<br>時刻 | 測 候 所 |     | 燈 台    |     | 飛 行 場 |     |
|------------|-------|-----|--------|-----|-------|-----|
|            | 風 速   | 風 向 | 風 速    | 風 向 | 風 速   | 風 向 |
| 5:00       |       |     | 7.85   | SW  |       |     |
| 30         |       |     | 7.90   | SW  |       |     |
| 6:00       |       |     | 9.35   | SSW |       |     |
| 30         |       |     | 8.95   | SSW |       |     |
| 7:00       |       |     | 11.55  | SSW |       |     |
| 30         |       |     | 13.15  | SSW |       |     |
| 8:00       |       |     | 12.80  | SSW |       |     |
| 30         |       |     | 12.90  | SSW |       |     |
| 9:00       |       |     | 11.05  | SSW |       |     |
| 30         | 6.55  | S   | 11.10  | SSW | 11.25 | SSW |
| 10:00      | 7.50  | S   | 11.90  | SSW | 11.00 | SSW |
| 30         | 8.90  | S   | 12.70  | SSW | 12.85 | SSW |
| 11:00      | 9.35  | SSW | 14.45  | SSW | 12.25 | SSW |
| 30         | 10.75 | SSW | 12.75  | SSW | 15.20 | SSW |
| 12:00      | 11.50 | SSW | 14.00  | SSW | 13.25 | SSW |
| 30         | 12.15 | SSW | 15.50  | S   | 10.00 | SSW |
| 13:00      | 15.50 | S   | 18.15  | S   | 17.40 | SSW |
| 30         | 12.85 | SSW | 17.90  | S   | 13.75 | SSW |
| 14:00      | 13.00 | SSW | 20.65  | S   | 10.75 | SSW |
| 20         | 17.75 | SSW | 21.20  | S   | 15.50 | SSW |
| 40         | 14.75 | S   | (OVER) | SSW | 19.25 | SSW |
| 15:00      | 18.50 | SSW | 28.00  | S   | 21.50 | SSW |
| 10         | 18.50 | SSW | 21.75  | S   | 15.85 | SSW |
| 20         | 21.00 | S   | 28.00  | S   | 17.50 | SSW |
| 30         | 19.50 | S   | 28.90  | S   | 31.75 | SSW |
| 40         | 21.50 | S   | 36.25  | SSW | 32.75 | SSW |
| 50         | 15.75 | S   | 39.40  | SSW |       |     |
| 16:00      | 22.25 | S   | 40.50  | S   |       |     |
| 10         | 28.50 | S   | (OVER) | S   |       |     |
| 20         | 41.10 | S   | "      | S   |       |     |
| 30         | 42.15 | SSW | "      | SSW |       |     |
| 40         | 26.50 |     | "      | SSW |       |     |
| 50         | 27.50 |     | 27.50  | SW  |       |     |
| 17:00      | 31.25 |     | 22.00  | SW  |       |     |
| 30         | 19.50 |     |        | SWW |       |     |

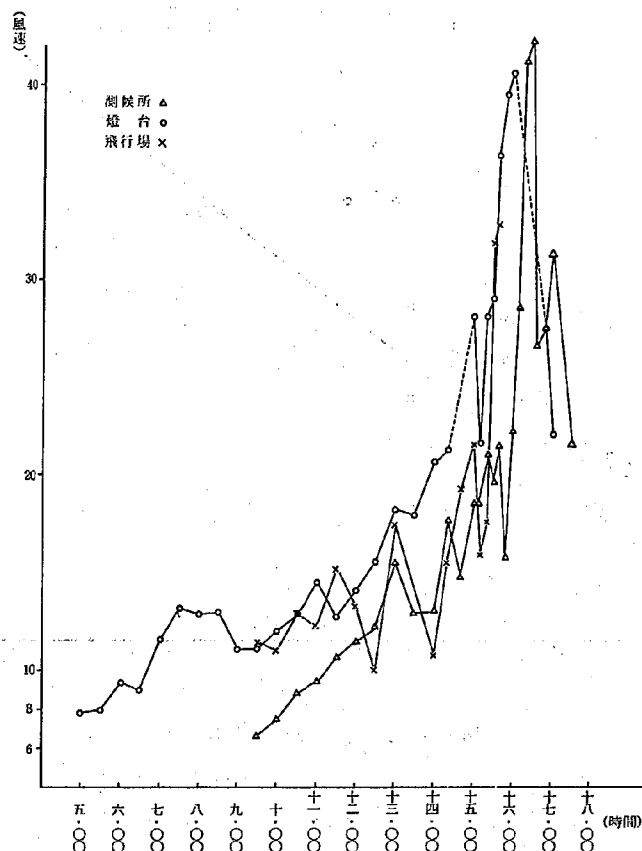


図-6 台風13号風観測資料

やや強い風が吹き、両者の相関は燈台の場合に似かよっている。

従って、後で述べる被害の分布と考え合わせて、今回の台風による八丈島の強風としては、次のようにまとめられる。

- (1) 台風が近づいて来る間は風向はほぼ南であり、八重根や燈台のある末吉では、海岸に近いことから乱れの少ない強い風を受けた。
- (2) 台風の通過に伴い風向は南から西へ変わったが、末吉地区は西風がさえぎられるという地形条件により風速は急激に弱まった。大賀郷、三根など八丈富士と三原山との鞍部になっている地区は、終始風が鞍部に沿って吹き抜けるような風向であったため、強い風が吹いた。
- (3) 三原山、八丈富士の山蔭になった区域は被害も少なく、かなり風は弱められたと思われる。

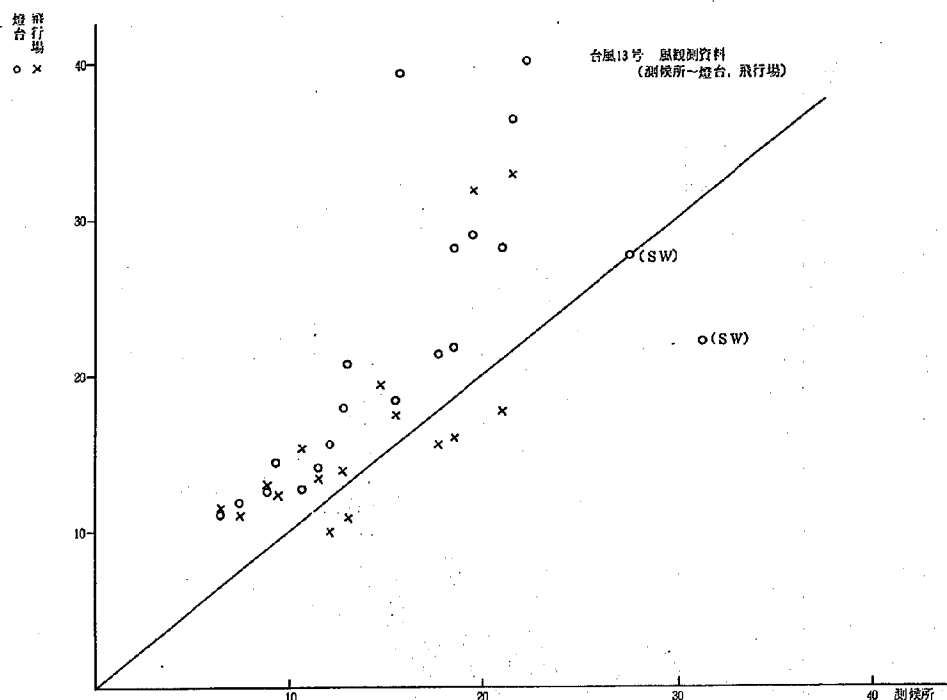


図-7 三地点の風の相関

## 2. 被害調査

### 2.1 被害の概要

被害状況を表-6, 7に示す。負傷者は80名にのぼっているが、大半は風により吹き飛ばされた物に当たって負傷したものであって、家屋の被害数が多い割には、日曜日の昼間であったことも幸いして死者もなく人的被害は軽いものと言えよう。一方、住宅は八丈島の全世帯数3,785戸

表-6 一般被害状況

昭和50年11月15日現在(八丈町調)

| 区分<br>地区 | 人口    | 世帯数   | 人的被害 |    |    | 住宅の被害 |        |     |       | 備考                          |
|----------|-------|-------|------|----|----|-------|--------|-----|-------|-----------------------------|
|          |       |       | 死者   | 重傷 | 軽傷 | 全壊    | その他の全壊 | 半壊  | 一部損   |                             |
| 三根       | 2,614 | 1,587 |      |    | 42 | 31    | 93     | 229 | 512   | 公共施設(学校等)12棟<br>その他(車庫等)361 |
| 大賀       | 2,073 | 1,247 |      | 1  | 32 | 39    | 78     | 216 | 424   |                             |
| 立        | 336   | 270   |      |    | 3  | 2     | 18     | 30  | 70    |                             |
| 中之郷      | 706   | 427   |      |    | 2  | 0     | 13     | 37  | 173   |                             |
| 末吉       | 638   | 254   |      | 2  | 3  | 6     | 24     | 27  | 152   |                             |
| 合計       | 6,367 | 3,785 | 0    | 3  | 82 | 78    | 225    | 539 | 1,331 |                             |

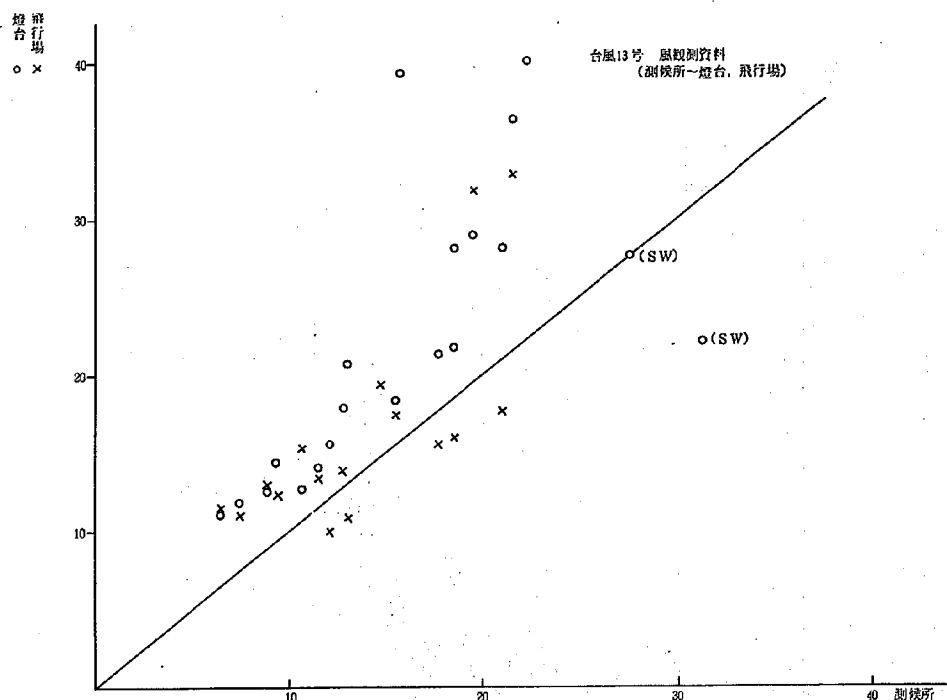


図-7 三地点の風の相関

## 2. 被害調査

### 2.1 被害の概要

被害状況を表-6, 7に示す。負傷者は80名にのぼっているが、大半は風により吹き飛ばされた物に当たって負傷したものであって、家屋の被害数が多い割には、日曜日の昼間であったことも幸いして死者もなく人的被害は軽いものと言えよう。一方、住宅は八丈島の全世帯数3,785戸

表-6 一般被害状況

昭和50年11月15日現在(八丈町調)

| 区分<br>地区 | 人口    | 世帯数   | 人的被害 |    |    | 住宅の被害 |        |     |       | 備考                          |
|----------|-------|-------|------|----|----|-------|--------|-----|-------|-----------------------------|
|          |       |       | 死者   | 重傷 | 軽傷 | 全壊    | その他の全壊 | 半壊  | 一部損   |                             |
| 三根       | 2,614 | 1,587 |      |    | 42 | 31    | 93     | 229 | 512   | 公共施設(学校等)12棟<br>その他(車庫等)361 |
| 大賀       | 2,073 | 1,247 |      | 1  | 32 | 39    | 78     | 216 | 424   |                             |
| 立        | 336   | 270   |      |    | 3  | 2     | 18     | 30  | 70    |                             |
| 中之郷      | 706   | 427   |      |    | 2  | 0     | 13     | 37  | 173   |                             |
| 末吉       | 638   | 254   |      | 2  | 3  | 6     | 24     | 27  | 152   |                             |
| 合計       | 6,367 | 3,785 | 0    | 3  | 82 | 78    | 225    | 539 | 1,331 |                             |

に対し、全壊304戸(8.0%)、半壊539戸(14.2%)と、大きな被害を生じ、一部破壊を含めると、半数以上の住宅が被害を受けた。住宅の被害は主に、木造家屋が傾いたり倒れたもの、屋根がめくれられ、または飛ばされたりしたもの、更に窓ガラスが割れたものなどであった(写真5、6)。八丈島ではトタン屋根が多く用いられているが、屋根の被害はトタン屋根に多いようであった。窓ガラスの被害は各所で見うけられたが、八丈島国際観光ホテルの場合(写真-7)は、建物の1階南側は全面8mm

厚さのガラス張りであったが、風により吹き飛ばされた石などによりガラスが割れ大きな被害が生じた。また、ガラスが割れないまでもアルミ窓枠が風圧力により曲がってしまう例が多く見うけられた(写真-8)。

表-7 公共施設関係被害

昭和50年10月10日現在(八丈町調)

| 区 分     | 数        | 金 額       |
|---------|----------|-----------|
| 文 教 施 設 | 11       | 230,308千円 |
| 病 院     | 4        | 23,850    |
| 道 路     | 2        | 1,920     |
| 船 舶 被 害 | 4        | 10,000    |
| 通 信 被 害 | 3,600回線  |           |
| 港 湾     | 2        | 48,000    |
| 樹 木 倒 壊 | 1        | 3,000     |
| 砂 防     | 50,000 本 | 50,000    |
| 道路通行不能  | 42       |           |
| 道路障害物除去 | 111      | 11,060    |

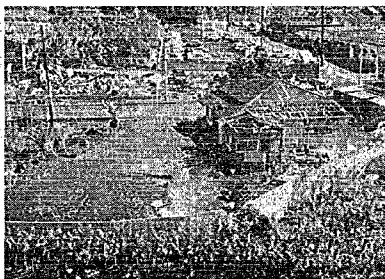


写真-5 木造家屋の被害(大賀郷)



写真-6 木造家屋の被害(大里)



写真-7 八丈島国際観光ホテルの被害



写真-8 風圧で曲がってしまった窓枠  
(八丈高校)

一方、公共施設関係の被害は、学校・病院の建物の破壊や、電気・電話・水道・道路の不通などであった。

島内の被害の分布は、住宅に関しては大賀郷地区が一番被害が激しかったと言われるものの、三根、中之郷、檜立、末吉の全地区も同じように激しい被害を受けた。しかし、三原山と八丈富士の北東側（今回の風下側）の地域では、大きな集落がないため住宅の被害はもちろんないが、山腹の木々も傷んでおらず山の影響でかなり風は弱められていたと推測される。

## 2.2 道路関係の被害

八丈島は鉄道輸送がないため、島内運輸は自動車に頼る以外になく、人口1万人強に対し自動車は約4,500台あり、25人に1台の高い自動車保有率を示しているが、これに対応し道路もかなりよく整備されている。都道については海岸線に沿う循環道路を含め3路線総延長52.1kmであり、舗装率は100%となっている。

道路関係の被害としては、今回の台風は降雨量が25.5mmと通常の台風と比較して雨量が極端に少なかったために、大規模な土砂崩壊などは無く、倒木や破壊した建物などが道路を占めて、交通障害を生じたという副次的なものが主であった。その件数は150箇所以上のぼったが、これらの障害物は2、3日後には全て取り除かれ交通に支障はなくなった。

しかし、都道215号線横間ヶ浦の斜面はもとより急傾斜であり崩壊防止工事が行なわれていたが、写真-9のように今回の台風により大規模な倒木が生じた。今後も被害が生じるのではないかと考えられる。

一方、カーブミラーや道路標識などの道路付帯施設には、ミラーが割れたり、吹き飛ばされたり、全体が傾いたり倒れたりなどの被害を生じ、その件数はかなりの数にのぼった。

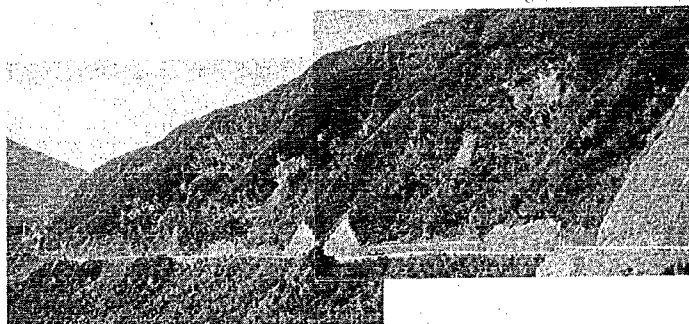


写真-9 横間ヶ浦の斜面の倒木

## 2.3 主な構造物の被害

次に建物以外の主な構造物の被害について述べることにする。元来八丈島には建物以外の大きな構造物が少ないこともあって、その件数は極く僅かであり、波浪による橋梁、防波堤の破損各1件、ロラン送信用支線式鉄塔、局間連絡用アンテナの倒壊各1件、学校の夜間照明塔の倒壊4基、電柱・ブロック塀の倒壊多数などであった。

### 2.3.1 橋梁・防波堤

八重根港の突端には、支間15mの桁橋があったが、波浪により被害を受けた。被害の状況を写真-10に示す。この橋梁は、普段から波に洗われる場所のため、PC桁を17本並べ、橋台に1本のボルトで固定し、この上にスラブコンクリートを現場打ちした構造となっているが、波浪によりスラブは全部損失しており、桁も一部アンカーボルトが切れ浮きあがってしまっていたり、海中へ落ちてしまっていた。

また、藍ヶ江港の防波堤（無筋コンクリート）は、その一部が破損するという被害を受けた。その状況を写真-11に示す。この防波堤はコンクリートの打ち継目から破壊していたが、今までに同様な被害を受けている。

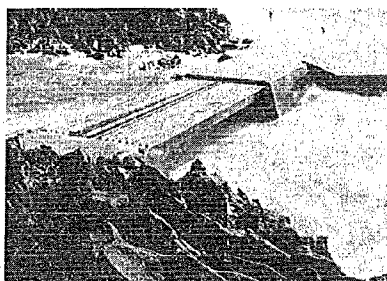


写真-10 橋梁の被害

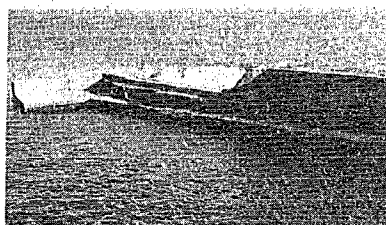


写真-11 防波堤の被害

### 2.3.2 ロラン局の鉄塔

三原山々頂には海上保安庁のロラン航路標識事務所があり、数本の鉄塔のうち高さ80mほどの支線式鉄塔と、高さ約20mのパンザマストが倒壊するという被害が生じた。

支線式鉄塔は昭和41年に建設されたもので、図-8に示されるように下端ヒンデで3方向より4段のケーブルで支持される構造型式で、塔は三角形のトラス構造（1辺は60cm、1ブロックの長さ5m）となっている。被害状況は写真-12に示されているが、トラス部は根元から北側（風下側）へ倒れ、上半分は谷間へ落下した。トラスは下方から第4段目のブロックの変形が著しく、これを除くとトラス構造はほぼ原形をとどめており、ブロック間を添接していたボルトが折れたため数ヶ所でブロックが切り離されていた。第4段目のトラスは、最下層のケーブル定着部の下に位置するトラスであり、主材はあまり変形していないが斜材がひどく変形していた。一方鉄塔を支持していたケーブルは4段とも断面は同一であり、途中数ヶ所に絶縁用碍子が挿入されていたが、風上側ケーブルは図-8の×印で示すようにトラス部近くで素線が破断してしまっていた。

この鉄塔の倒壊に至った状況に対しては、次のように推定される。

- (1) 塔全体に過大な風荷重を受け、まず風上側最下段のケーブルが切れた。
- (2) そのために、トラス部が大きな曲げモーメントを受けることとなり、第4段目のトラス部で曲げによる破壊を起し、トラス斜材の著しい変形がもたらされた。
- (3) 塔はこれにより全体的破壊に至り、風下側へと倒壊した。

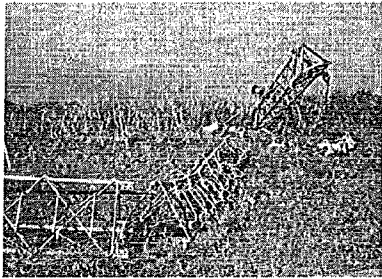


写真-12 支線式鉄塔の被害  
(三原山々頂)

なお、この鉄塔の設計は鉄塔構造計算基準（日本建築学会）に準拠して行なわれた。すなわち設計風荷重は次式によって計算された。このとき設計風速としては 60m/s を用いている。

$$P = q \cdot C \cdot A$$

$P$  : 風圧力 (kg)  
 $q$  : 速度圧 ( $\text{kg}/\text{m}^2$ )  
 $C$  : 風力係数  
 $A$  : 見付面積  
 $h$  : 地盤面からの高さ (m)

$$q = 120 \sqrt[4]{h}$$

$C = K \cdot F \cdot M \cdot O_0$ 
 $K$  : 骨組風力係数の基本値  
 $F$  : 細長率  
 $M$  : 風圧倍数  
 $O_0$  : 素材が円筒である場合の係数

この計算結果では強風時のケーブル張力は上段ほど大きいので、最下段ケーブルが最初に切れたと推測するには困難があるが、1 つには高さ方向の風速分布が特異なものであったか、または材料的に欠陥があったと考えられる。

また、現地での風速を考える際には、三原山々頂が海拔 704m 高さであることによる高度の影響と、山頂という地形により風の収斂する影響とについて注意しなければならない。これらの影響を正しく評価することは非常に難しいが、例えば関門橋の設計に関連して行なわれた風洞実験<sup>4)</sup>では図-9のように山頂付近で風が収斂するという結果が得られている。

パンザマストは写真-13のようなコンクリート製の基礎と円断面をした自立式鉄塔で構成され、塔頂を結ぶアンテナ線が張り渡されていた。マストの構造は次節で述べる照明塔と同じ規格であるので詳しい説明は省略する。このマストは基礎部を残して抜け出して風下側の谷へ落ちてしまっていた。基礎部の変形から、2 基の塔の抜けて飛ばされた方向はそれぞれ 2 基の塔の中間よりであり、塔ばかりでなくアンテナ線に加わった風による抗力もかなりの割合を占めていたものと思われる。

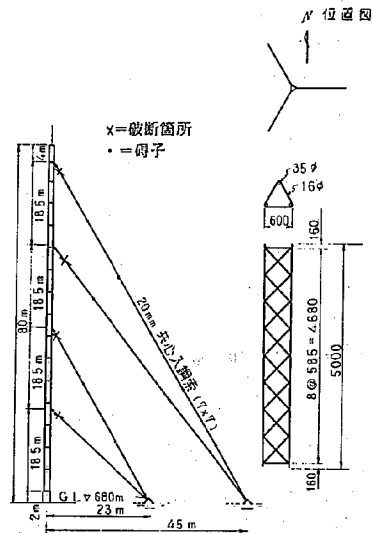


図-8 八丈島ロラン局  
支線式鉄塔概略図

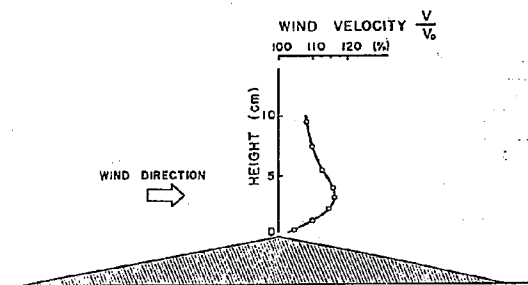


図-9 山頂での風速分布(風洞実験)

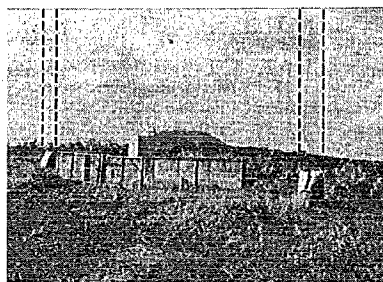


写真-13 パンザマス(三原山々頂)

### 2.3.3 照明塔の被害

大賀郷の八丈高校と三原の三原中学校には、校庭の夜間照明のための照明塔があり、これらが根元から倒壊するという被害が生じた。この塔(パンザマス)は、2 mの長さを持つ直円錐台形管状の各構成部材を縫ぎ合わせて1本の柱とする組立柱であり、軽量で運搬が容易、建柱が簡単などの理由によって、電柱・アンテナなどに利用されることが多い。両校の照明塔は全く同じ規格のものであって、その諸元は表-8に示されているが、高さ14.8 m、円形断面で基部の直径は55 cm、板厚は2 mm、材質は高張力鋼板(降伏点40 kg/mm<sup>2</sup>以上)を用いており、特別な基礎は設けず、直接埋められていた。

図-10(1)に三原中学校の配置図を、また写真-14, 15に被害状況を示す。被害にあった照明塔は根元から倒れているが、その方向はほぼ北側であり、台風による強風の方向と一致している。従って、照明塔は過大な風圧力を受けたものと考えられる。一方、倒壊をまぬがれたものの、かなり傾いてしまった照明塔もあった。また、倒壊しなかった照明塔の基部は写真-15に示すように、塔と地面との間に隙間を生じていて、その方向はほぼ風向と直交する方向であった。このことから、照明塔はカルマン渦の発生により風向と直角方向の振動を生じ、その振幅の塔頂では数10 cmに達したものと推定される。

三原中学校に設置されていた照明塔は全て同じ規格のものであるが、その6本のうち2本のみが倒壊したということは、風の影響は非常に局地的なものと言える。つまり、校舎その他の存在によって風が遮蔽または縮流されるなどして、風の強さに影響を受けたものと考えられる。

一方、八丈高校の配置図を図-10(2)に、被害状況を写真-16に示す。ここでは、三原中学校に用いられたと同じ規格の6本の照明塔があり、2本が倒れるという被害を受けた。なお、テニスコートとプールのやや細い照明塔12本は倒れなかった。倒れた2本の照明塔の状況はほ

表-8 照明塔(パンザマス)の諸元

| 項 目    |       |         |
|--------|-------|---------|
| 全      | 長     | 17.26 m |
| 地 上    | 高 さ   | 14.76 m |
| 根      | 入 れ   | 2.50 m  |
| 末      | 口     | 206 mm  |
| 元      | 口     | 613 mm  |
| 重      | 量     | 488 kg  |
| 頂張部許容力 | 甲種風圧  | 480 kg  |
|        | 乙種風圧  | 540 "   |
|        | 無 風 時 | 600 "   |

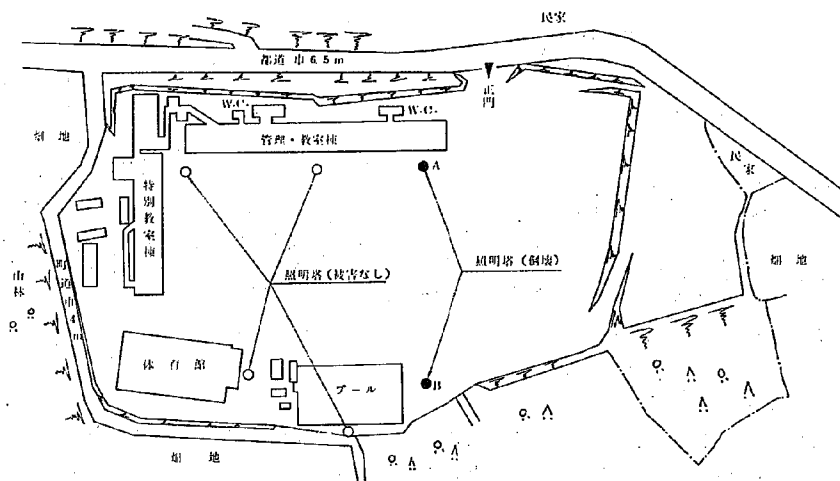


図-10(1) 三原中学校<sup>3</sup>平面図

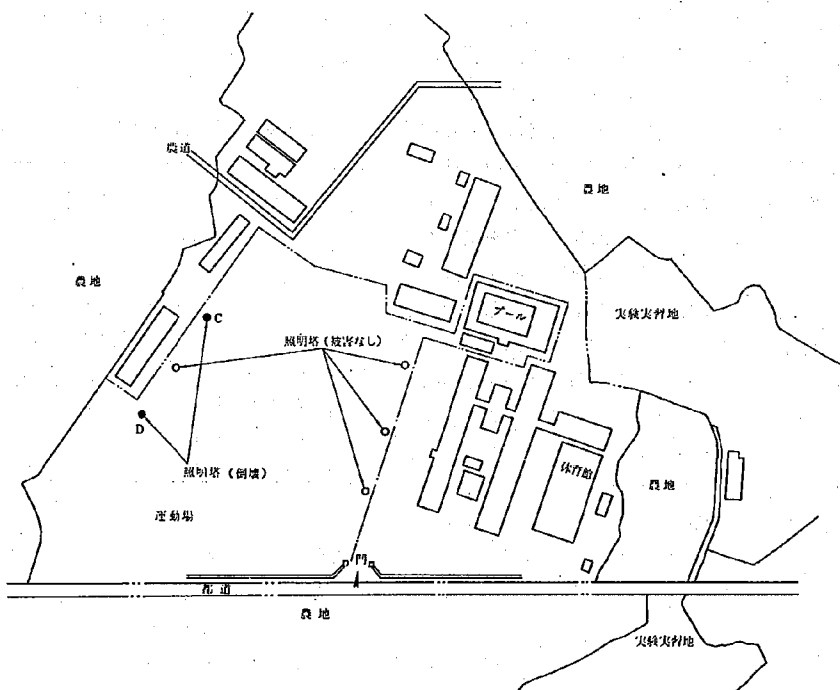


図-10(2) 八丈高校平面図



写真-14 照明塔の被害(三原中学校)



写真-15 照明塔の基部の状況(三原中学校)

ば三原中学校と同様であり、その位置は図-10(2)に示されているが、これらは遮蔽物が近くにならないものであり、校舎などにより風が少しでも遮られたものは倒れることを免れたと考えられる。

なお、これら倒壊した4本の照明塔の破壊箇所は必ずしも同一でない。すなわち、図-10(1)、(2)のAは窓枠部より、またDは地面位置で破壊し倒れたが、BとCは最下層ブロックが座屈し、上部が抜けるようにして倒れた。

照明塔の耐風設計に関連する資料が表-9に示されている。

これによると、設計風速を40m/sとして計算した設計風荷重をもとに、強度計算を行なって安全を確認している。しかし、今回は風速が40m/sをかなり越えた風が吹いたものと考えられるので、風速を60m/sとして比較計算をしてみると、風荷重が耐力を上まわり破壊に至ることとなる。

なお、円柱や投光器などの抗力係数としてどの値を採用するかは設計上非常に重要な問題である。円柱の抗力係数はレイノルズ数の影響で図-11のように変化する。今回の照明塔の場合レイノルズ数は

$$\begin{aligned} \text{風速 } 40\text{m/s の場合} \quad \frac{Ud}{\nu} &= \frac{40(\text{m/s}) \times 0.5(\text{m})}{15 \times 10^{-6}} \div 1.3 \times 10^6 \\ \text{" } 60\text{m/s} \text{ "} \quad &= \frac{60(\text{m/s}) \times 0.5(\text{m})}{15 \times 10^{-6}} \div 1.95 \times 10^6 \end{aligned}$$

U : 風速, d : 直径,  $\nu$  : 動粘性係数

となる。従って、図-11により抗力係数としては0.4~0.5程度と考えられる。一方設計基準

表-9 照明塔の耐風設計資料

1. 設計条件

|       |     |                       |   |                                                                                                                                                      |
|-------|-----|-----------------------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 〔風荷重〕 | 円柱  | 80 kg/m <sup>2</sup>  | { | 通産省省令第61号「電気設備に関する技術基準を定める省令」(S40年)第63条<br>準拠すべき項目がないので、電気技術基準<br>(JEC)-144(1959)電力用無線通信鉄塔の設計標準の反射板の280 kg/m <sup>2</sup> × $\frac{40^2}{50^2}$ とした。 |
|       | 腕金  | 160 kg/m <sup>2</sup> |   |                                                                                                                                                      |
|       | 投光器 | 180 kg/m <sup>2</sup> |   |                                                                                                                                                      |
|       | 安定器 |                       |   |                                                                                                                                                      |

〔設計風速〕 40m/s

〔柱材の許容圧縮応力〕 2000 kg/cm<sup>2</sup> (安全率を2として)

2. 強度計算

2.1 計算式

$$\frac{M}{Z} = \frac{P(L-\ell) + P_w r_k}{Z} \quad r_k = \frac{L}{3} \times \frac{2D_o + D_s}{D_o + D_s}$$

M: 任意断面におけるモーメント (kg cm)

Z: " 柱の断面係数 (cm<sup>3</sup>)

P<sub>w</sub>: 任意断面より上の柱の風圧荷重 (kg)

r<sub>k</sub>: P<sub>w</sub> の中心高 (cm)

σ: 柱材の許容圧縮応力 = 2000 (kg/cm<sup>2</sup>)

t: 板厚 21 (mm)

2.2 計算

投光器 23 kg アームタイ 19 kg

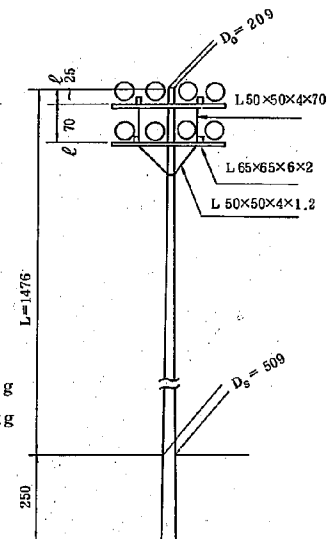
安定器 4 kg " 11 kg

投光器台 21 kg

M = 622,200 (kg cm)

Z = 427 cm<sup>3</sup>

Zσ = 854,000 (kg cm) M < Zσ



3. 塔柱の載荷試験

載荷条件 塔柱の基部を固定し、頂部より250mm下りに水平力を載荷した。

破壊状況 水平荷重902kgにて、窓枠下部断面より破壊した。

安全率 設計荷重は600kgであるから

$$\text{安全率} = \frac{902}{600} = 1.54$$

となり、窓枠を取りつけたため、安全率が低下している。

4. 比較計算

風速を60m/sとすると、

$$\text{円 柱} \quad 80 \times \left(\frac{60}{40}\right)^2 = 180 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{腕 金} \quad 160 \times \text{"} = 360 \text{ "}$$

$$\text{投光器等} \quad 180 \times \text{"} = 405 \text{ "}$$

となり、モーメントMは M = 1,450,000 kgcm

一方、耐力は、許容応力より Zσ<sub>a</sub> = 854,000 kg cm Zσ<sub>a</sub> < M

載荷試験より Zσ<sub>t</sub> = 1,315,000 kg cm Zσ<sub>t</sub> < M

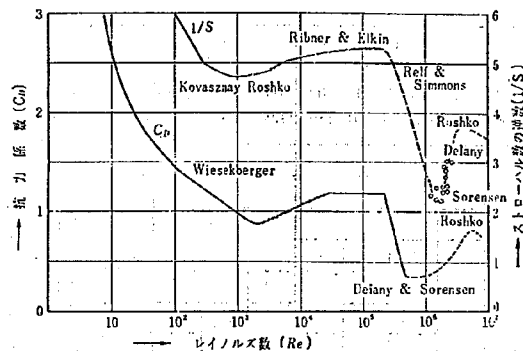


図-11 円形部材の抗力係数，ストローハル数に対するレイノルズ数の影響

を逆算して抗力係数を計算すると0.8程度，また，建築物荷重規準案（日本建築学会）では0.7と規定しているが，これらは図-11のレイノルズ数 $10^5$ 以上の領域の抗力係数最大を用いているものと考えられ，かなり大きめの抗力係数を用いていたと言えるであろう。

#### 2.3.4 電柱・ブロック塀など

大賀郷・三根地区では，コンクリート製電柱が折れて倒れるという被害が多数発生した。写真-17，18にその1例を示す。折れた箇所は地表面付近が多いが，途中で折れている例も見うけられた。これは電線・電柱に加わった風荷重により倒れたというよりも，風で吹き飛ばされて来た物が当たったことによるものと思われる。これらの電柱は7mmφの主鉄筋16本と3.5mmφのらせん鉄筋により補強された鉄筋コンクリート製で，折れた箇所はかなりの部分のコンクリートが飛び散り，鉄筋がむき出しになっていたのが目立った。コンクリート製電柱はJIS-A5309に規格が定められていて，その形状・設計荷重は表-10に示される通りである。八丈島で多く使用されている電柱は，長さ12m・設計荷重350kgのもの

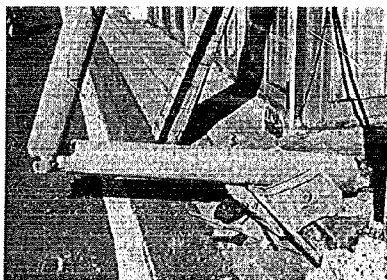


写真-17 電柱の被害（大賀郷）

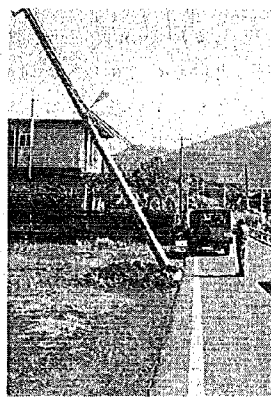
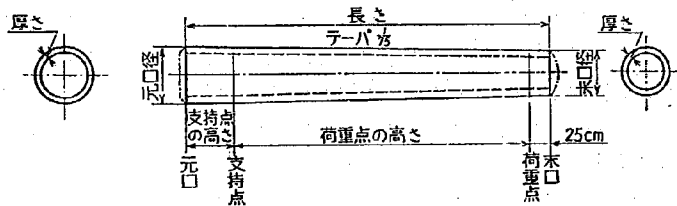


写真-18 電柱の被害（大賀郷）

表-10 コンクリートボールの規格 (JIS-A5309)

| 長さ<br>m | 荷重点の<br>高さ<br>m | 設計荷重<br>kgf<br>{kN} | 12            |               | 14            |               |               |               | 17            |               |               | 19            |               |               |               |               |               | 22             |
|---------|-----------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
|         |                 |                     | 120<br>{1.18} | 200<br>{1.96} | 150<br>{1.47} | 200<br>{1.96} | 250<br>{2.45} | 300<br>{2.92} | 200<br>{1.96} | 250<br>{2.45} | 300<br>{2.94} | 300<br>{2.94} | 350<br>{3.43} | 430<br>{4.22} | 500<br>{4.90} | 600<br>{5.88} | 700<br>{6.87} | 1000<br>{9.81} |
| 6       | 4.75            | 1.0                 | ○             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
| 6.5     | 5.15            | 1.1                 | ○             |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |                |
| 7       | 5.55            | 1.2                 |               |               | ○             |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             |               |               | ○             |                |
| 7.5     | 5.95            | 1.3                 |               |               |               | ○             |               |               |               |               |               |               |               | ○             |               |               | ○             |                |
| 8       | 6.35            | 1.4                 |               | ○             |               | ○             |               |               | ○             |               |               |               |               | ○             |               |               | ○             |                |
| 9       | 7.25            | 1.5                 |               | ○             |               | ○             | ○             |               |               | ○             | ○             |               | ○             | ○             |               |               | ○             |                |
| 10      | 8.05            | 1.7                 |               | ○             |               |               | ○             |               |               | ○             |               |               | ○             | ○             | ○             | ○             | ○             |                |
| 11      | 8.85            | 1.9                 |               | ○             |               |               |               | ○             |               |               |               |               | ○             | ○             | ○             | ○             | ○             |                |
| 12      | 9.75            | 2.0                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             | ○             |               | ○             |               |                |
| 13      | 10.55           | 2.2                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             | ○             |               | ○             |               | ○              |
| 14      | 11.35           | 2.4                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             | ○             |               | ○             |               | ○              |
| 15      | 12.25           | 2.5                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             | ○             |               | ○             |               | ○              |
| 16      | 13.25           | 2.5                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             |               | ○             |               | ○              |
| 17      | 14.25           | 2.5                 |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               |               | ○             |               | ○             |                |



で設計風速としては50m/s、一方参考までに東京都内の場合を併記すると、高圧線や他の線も載せられるということから設計荷重500kg・長さ14、15mが標準でありこのときの設計風速は40m/sとなっている。

その他の構造物としては、ブロック塀や金網塀が倒れているのが随所に見うけられた。ブロック塀は写真-19に見られるように、ブロック部と基礎部との境界から破断している。また、写真-20に示したような金網塀が倒れている例も見うけられたが、金網のように充実率の小さなものでもかなりの風荷重を受けることが改めて認識された。

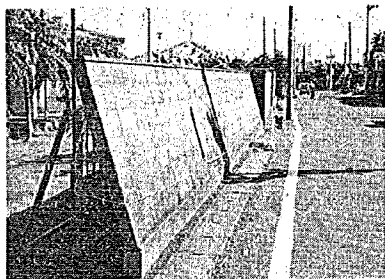


写真-19 ブロック塀の被害

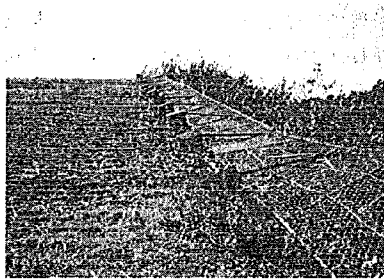


写真-20 金網塀の被害

### 3. 総括

今回の被害調査によって注目される点をまとめると次のとおりである。

- (1) 観測された風速記録によると、最大風速は10分間平均風速で35.5m/s、瞬間風速で67.8m/s、ガストファクターは1.9以上となり、従来言われていた値よりもかなり大きい。
- (2) 再現期待値の計算結果によると、今回の台風による強風（10分間平均風速）の再現期間は7年程度と非常に短い。従って今後八丈島で構造物を設計する際にはこの点に充分注意する必要がある。
- (3) 今回の台風により公共施設に多くの被害が生じた。公共施設は一旦被害を受けると、市民生活に及ぼす影響は大であるため、一率の設計風速を用いるのではなく、重要度を考慮に入れた設計にすべきであろう。
- (4) 今回検討した主な構造物の設計々算には、用いた設計風速が明らかにされているが、これは年最大風速の統計から求められることが多いので通常10分間平均風速が用いられる。しかし、構造物の破壊には瞬間風速の影響が大きい。多くの現場の設計技術者は両者をあまり区別しないで使用しているように思われるので、今後注意する必要がある。

### あとがき

近年、幸いに都市部に強大な台風が襲来することもなく、強風による被害も極く僅かであったために、我々は風の恐ろしさをつい忘れてしまっていた。台風常襲の八丈島では古い民家は、家の回りには石垣を築き、その上にカザグネと呼ぶ防風林を持ち、家も二階建てには決してしなかった（写真-21）。ところが、技術の進歩を取り入れて造られた新しい家はこの古い慣習を忘れ、そのために大きな被害が生じたとは何という皮肉であろう。今回の台風がもし大都市を襲ったならば、何倍も大きい被害、長期間の都市機能の停止などをもたらす可能性があることを考えると、今一度我々の周辺を見直す必要があるのではないだろうか。



写真-21 防風林と民家

最後に、現地調査にあたって情報の提供と現地の案内をお願いした東京都八丈支庁土木課の鹿島田課長はじめ係員の方々および八丈町役場、第3管区海上保安本部燈台部の関係各位に、また東京から八丈島への飛行機の便乗をお願いした航空自衛隊の方々に、心から謝意を表したい。

#### 参 考 文 献

- 1) 東京管区気象台八丈島測候所：昭和50年10月5日、八丈島付近を通過した台風13号に関する異常気象速報，昭和50年度防災業務実施状況報告第1号，1975，10。
- 2) 気象庁：日本各地の年最大風速，気象庁観測技術資料第34号，1971，1。
- 3) 土木学会本州四国連絡橋耐風設計小委員会：本州四国連絡橋の耐風に関する調査研究報告書，土木学会，昭和50年3月。
- 4) 気象庁，建設省：第2関門道路調査気象調査，昭和42年3月。