

# 令和元年台風第 15 号及び第 19 号に伴う強風による ゴルフ練習場の鉄柱の被害 現地調査報告

国土交通省国土技術政策総合研究所  
国立研究開発法人建築研究所

## 1. はじめに

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所は、台風第 15 号及び台風第 19 号に伴う強風によって千葉県市原市と神奈川県横浜市で被害が生じたゴルフ練習場の鉄柱を対象に現地調査を実施した。調査は国土交通省住宅局の要請を受けて行ったものであり、その概要は下記のとおりである。本報告は、この現地調査の結果を取りまとめたものである。

### (1) 調査日及び調査場所

- ・ 9 月 10 日(火) 千葉県市原市
- ・ 10 月 17 日(木) 神奈川県横浜市

### (2) 調査者

- ・ 国土交通省国土技術政策総合研究所  
建築研究部 構造基準研究室長 喜々津 仁密 (9/10)  
建築研究部 評価システム研究室長 石原 直 (10/17)
- ・ 国立研究開発法人建築研究所  
構造研究グループ 研究員 高館祐貴 (9/10、10/17)

### (3) 調査の目的

本調査では、台風第 15 号および台風第 19 号の強風により被災したゴルフ練習場の被害状況を工学的見地から把握することを目的とする。

千葉県市原市内のゴルフ練習場 A については倒壊した鉄柱の状況と強風時のネットの運用状況、神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B については倒壊した鉄柱及びネットの運用状況、ゴルフ練習場 C については鉄柱の先端部の折損の状況について把握する。

## 2. 気象概要

### 2.1. 台風第 15 号の気象概要<sup>1),2)</sup>

台風第15号は、9月7日から8日にかけて小笠原近海から伊豆諸島付近を北上し、9日3時前に三浦半島付近を通過して東京湾を進み、5時前に強い勢力で千葉市付近に上陸した。上陸時の中心気圧は、速報値で960hPaとされている<sup>3)</sup>。その後、9日9時に関東の東の海上に抜け、日本の東の海上を北東に進み、10日15時

に温帯低気圧に変わった。

台風の接近・通過に伴い、伊豆諸島や関東地方南部を中心に猛烈な風、猛烈な雨となった。特に、千葉市で最大風速35.9m/s、最大瞬間風速57.5m/sを観測するなど、多くの地点で観測史上1位の最大風速や最大瞬間風速を観測する記録的な暴風となった。

図 2.1 に台風経路と中心気圧の変化、図 2.2 に風速の変化をそれぞれ示す。ここで、平均風速は10分間平均風速、最大瞬間風速は風速計の測定値(0.25秒間隔)を3秒間平均した値の最大値として、それぞれ定義されている。最大風速(10分間平均風速の最大値)は千葉で35.1m/s、木更津で22.7m/s、最大瞬間風速は千葉で57.5m/s、木更津で49m/sであった。これらの最大風速を地上10mの高さに換算した値について、平成12年建設省告示第1454号で定められる基準風速と同等かそれ以下である<sup>4)</sup>。

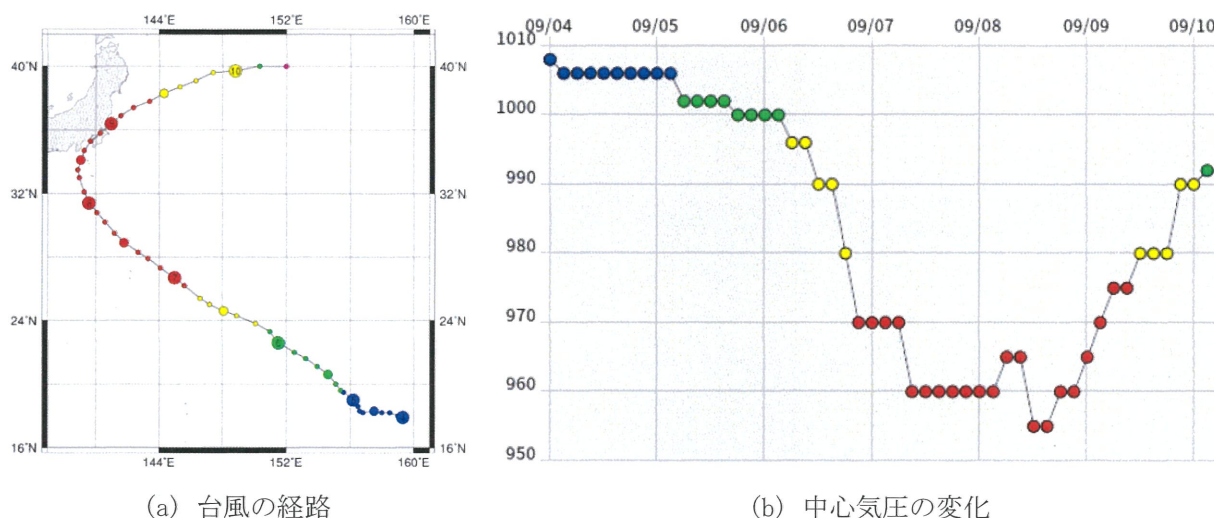


図2.1 台風第15号の経路と中心気圧<sup>5)</sup>

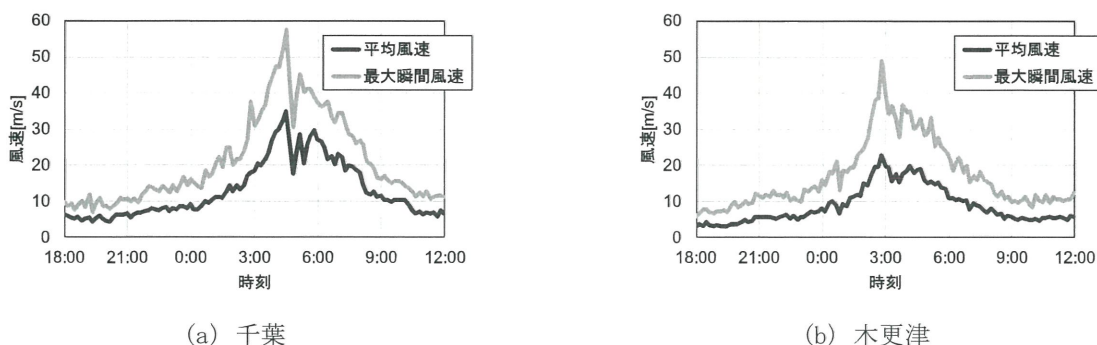
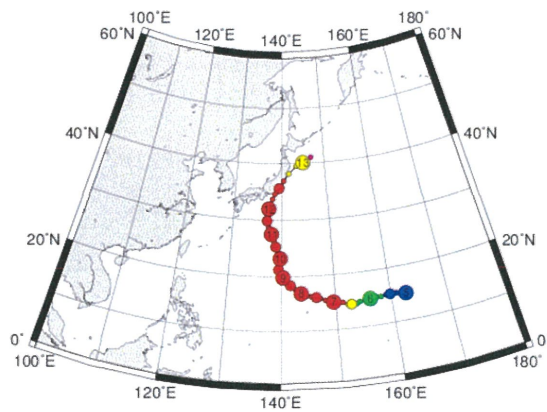


図 2.2 各地での風速の変化 (10分間ごと) (9月8日18時~9月9日12時)<sup>6)</sup>

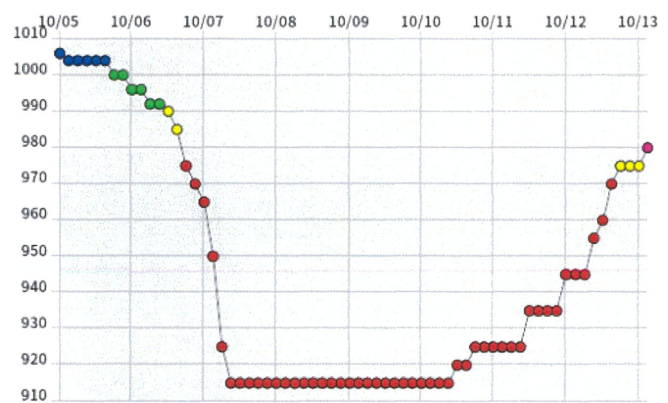
## 2.2. 台風第19号の気象概要<sup>7)</sup>

台風第19号は、10月6日に南鳥島近海で発生し、マリアナ諸島を西に進み、中心気圧915hPaの大型で猛烈な台風に発達した後、次第に進路を北に変え、日本の南を北上し、12日19時前に大型で強い勢力で伊豆半島に上陸した。その後、関東地方を通過し、13日12時に日本の東で温帯低気圧に変わった。

図 2.3 に台風経路と中心気圧の変化、図 2.4 に風速の変化をそれぞれ示す。最大風速は横浜で23m/s、海老名で10.6m/s、辻堂で24m/sであり、最大瞬間風速は横浜で43.8m/s、海老名で24.2m/s、辻堂で35.3m/sであった。地表面粗度区分を考慮し、最大風速を地上10mの高さに換算した値については、平成12年建設省告示第1454号で定められる当該地点の基準風速34m/sをいずれも超えていない。

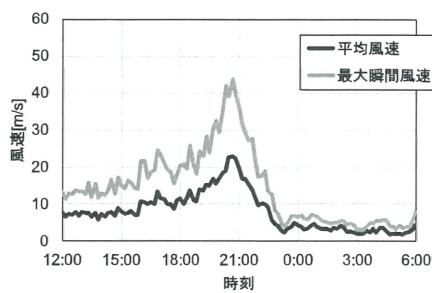


(a) 台風の経路

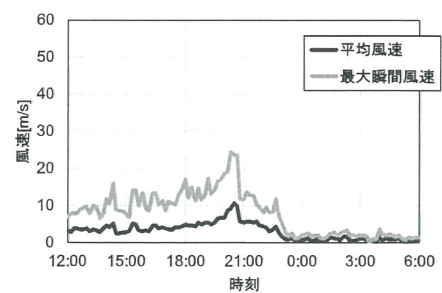


(b) 中心気圧の変化

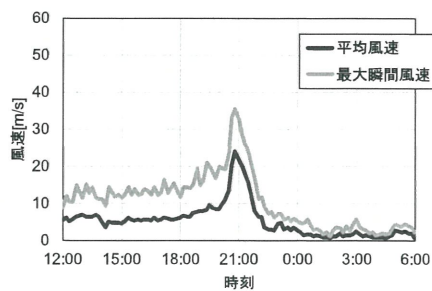
図2.3 台風第19号の経路と中心気圧<sup>8)</sup>



(a) 横浜市



(b) 海老名



(c) 辻堂

図2.4 各地の風速の変化（10分間ごと）（10月12日12時～10月13日6時）<sup>6)</sup>

### 3. ゴルフ練習場の鉄柱の被害

台風第15号の強風によって被害が発生した千葉県市原市のゴルフ練習場Aについて9月10日(火)に現地調査を実施した。また、台風第19号の強風によって被害が発生した神奈川県横浜市のゴルフ練習場B、台風第15号及び第19号の強風によって被害が発生した神奈川県横浜市のゴルフ練習場Cについて10月17日(木)に現地調査を実施した。ゴルフ練習場A及びBについては倒壊した鉄柱の状況と台風接近時のネットの運用状況、ゴルフ練習場Cについては鉄柱の先端部の倒壊の状況について把握した。千葉県市原市のゴルフ練習場Aと神奈川県横浜市のゴルフ練習場B、Cの位置を図3.1と図3.2にそれぞれ示す。



地理院地図  
GSI Maps

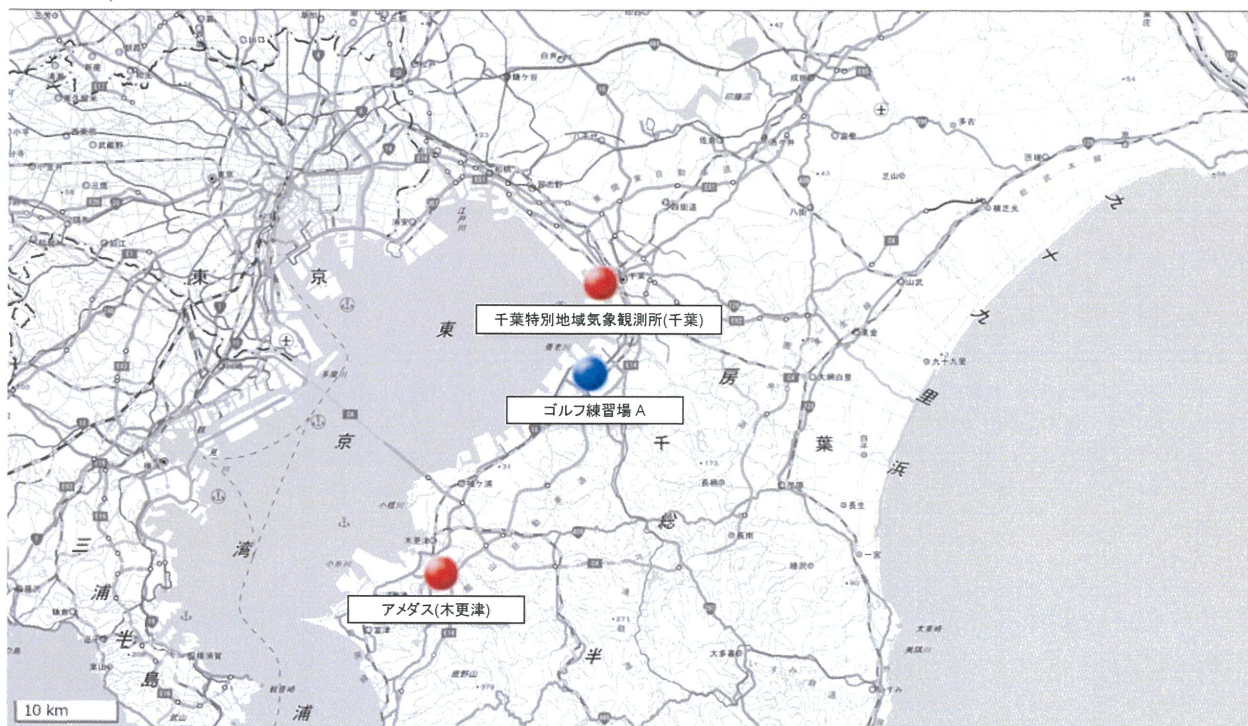


図 3.1 被害調査を行った千葉県市原市のゴルフ練習場 A と気象観測点の位置  
(地理院地図に地点名を表す丸印を追記して掲載)

地理院地図  
GSI Maps

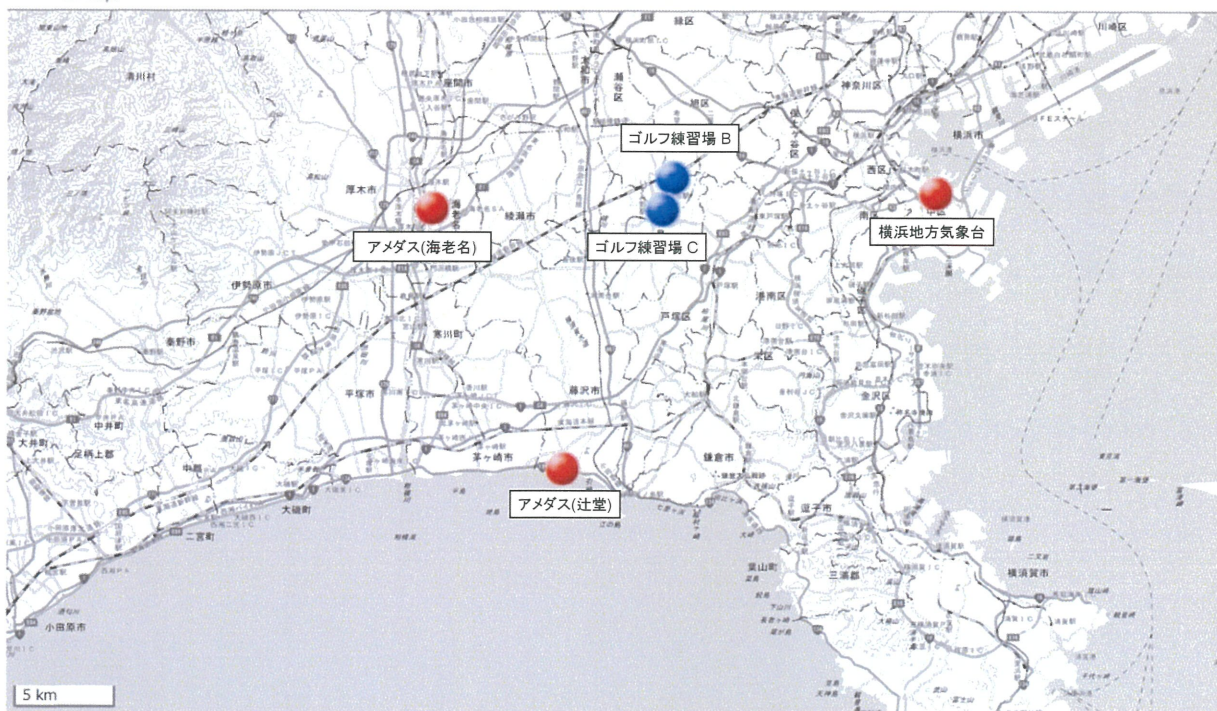


図 3.2 被害調査を行った神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B、C と気象観測点の位置  
(地理院地図に地点名を表す丸印を追記して掲載)



### 3.1 ゴルフ練習場 A の被害（千葉県市原市）

以下では、千葉県市原市のゴルフ練習場 A の被害状況をまとめる。市原市によると、「昭和 47 年（1972 年）に高さ 30m の鉄塔、昭和 59 年（1984 年）に高さ 41m の鉄塔」としての確認申請がされているとのことである。確認申請時の設計図書は保存期限が過ぎているため、現在は同市に保管されていない。



写真 3.1 鉄柱の倒壊状況

- ・ ネットを支持する複数の鉄柱が、北西に隣接する住宅等の上に倒壊した状況であった(写真 3.1～3.2)。各鉄柱は 2 本の H 形鋼（地上で間隔約 2,900mm）を弦材としたラチス構造であり、H 形鋼はせい 300mm × 幅 150mm × 厚さ 9～10mm 程度である。また、鉄柱同士の間隔は 8,500mm 程度である。
- ・ 北西側の鉄柱 16 本のうち、13 本が倒壊していた。
- ・ 鉄柱の倒壊は、以下のプロセスで発生したと考えられる。
  - ① 敷地側の柱脚でのベースプレート下面でアンカーボルトが破断（写真 3.3～3.4）
  - ② 住宅側の H 形鋼が著しく変形（写真 3.5～3.7）
  - ③ 隣接する住宅側へ倒壊（写真 3.8）
- ・ 柱脚はベースプレートの上面をコンクリートで保護した露出形式であり、写真 3.3 ではベースプレートの上面にナット（写真中の丸印）が確認できる。敷地側の柱脚のベースプレートは頭上にあるため採寸不能であったが、写真 3.9 に示すベースプレートの設置跡の採寸結果から長辺 500mm × 短辺 350mm 程度と推定される。また、アンカーボルト径は約 22mm、アンカーボルトは写真 3.9 に示すように、3 × 2 で 6 本配置され、その間隔は長辺方向約 200mm、短辺方向約 150mm である。
- ・ 敷地をはさんで倒壊した鉄柱の反対側にある鉄柱は倒壊していない（写真 3.10）。
- ・ 管理者の話によると、台風接近時の運用として、鉄柱に取り付く鉛直面のネットは下ろしていないとのことである。
- ・ 写真 3.11～3.13 に隣接する住宅等の被害状況を示す。住宅の 2 階屋根に一線状の集中荷重が作用した状況となっており、住宅以外にブロック塀、電柱、乗用車の被害もみられた。
- ・ ゴルフ練習場内の建築物にも、一部の外壁で強風によるはく離等の被害がみられた（写真 3.14）。なお、近隣の建築物に強風による顕著な被害は確認されていない。





写真 3.2 鉄柱の倒壊状況



写真 3.3 柱脚アンカーボルトの破断(1)



写真 3.4 柱脚アンカーボルトの破断(2)



写真 3.5 鉄柱を構成するH形鋼の変形(1)



写真 3.6 鉄柱を構成するH形鋼の変形(2)



写真 3.7 鉄柱を構成するH形鋼の変形(3)



写真 3.8 隣接する住宅への倒壊状況



写真 3.9 柱脚ベースプレートの設置跡





写真 3.10 敷地をはさんで倒壊した鉄柱の反対側にある鉄柱の状況



写真 3.11 近隣の住宅の被害(1)



写真 3.12 近隣の住宅の被害(2)



写真 3.13 ブロック塀、電柱、乗用車の被害



写真 3.14 ゴルフ練習場 A の建築物の外壁等被害

### 3.2 ゴルフ練習場 B の被害(神奈川県横浜市)

以下では、神奈川県横浜市のゴルフ練習場 B の被害状況をまとめる。横浜市によると、工作物についての台帳記載証明や概要書はないが、昭和 51 年(1976 年)5 月 27 日に工作物確認申請(鉄塔、高さ 6~36m)、同年 7 月 15 日に確認済み、同日工事着手したという記録があるとのことである。

- ・ 東側のネットを支持する複数の鉄柱(12 本分)が西(敷地内)へ倒壊していた(写真 3.15)。東側では鉄柱は約 10m 間隔で 16 本設置されていた。

- ・ 鉄柱の高さは約 34m であり、2 本の円形鋼管(直径約 220mm、厚さ約 8mm)が主材となっていた(写真 3.16)。柱脚の 2 本の主材間距離は約 5.5m である。鉄柱のつなぎ材としては、地上 5m、15m の高さに H-200×100×5.5×8 の H 形鋼、25m の高さに梁せい 600mm×梁幅 300mm のラチス梁が用いられていた。
- ・ 地上からの高さ約 25m までは亀甲金網(写真 3.17)が用いられており、それより上の部分は樹脂製のネットが用いられていた。
- ・ 柱脚のベースプレートは 360mm×360mm の平面であり、4 本のアンカーボルトが用いられていた(写真 3.18)。ベースプレートの表面は錆が生じているものも見られた(写真 3.19)。アンカーボルトのねじ外径(ねじの呼び)は採寸によると約 18mm であった。写真 3.18 のアンカーボルトには発錆が見られるが、コンクリートの部材に埋まっていたと見られるアンカーボルトは発錆していなかった(写真 3.20)。この柱脚のコンクリートは破壊しており、鉄柱の倒壊によって留め付けていた座金とナットが引き抜け、アンカーボルトが露出したものと考えられる(写真 3.21)。
- ・ 破断したアンカーボルトは引張によって破断面付近が細くなっている様子が確認されている(写真 3.22)。
- ・ 主な被害形態としては、柱脚の引き抜け(写真 3.23～3.26)、柱脚の折損(写真 3.27)が見られた。
- ・ 写真 3.25 に示される柱脚の埋め込み跡の深さを測定したところ、約 1.7m であった。
- ・ ベースプレートより上部にあるコンクリート部分は写真 3.23 のように台形状のものだけでなく、写真 3.26 のように 2 本の柱をそれぞれ覆うコンクリートによって構成されるものなど、場所によって異なる形状のものが用いられていた。
- ・ 鉄柱に取り付く鉛直面のネットを下げる機構は付いておらず、被害発生時にネットは下ろしていないとのことだった。



写真 3.15 鉄柱の倒壊状況(1)





写真 3.16 鉄柱の倒壊状況(2)



写真 3.17 亀甲金網の防球ネット



写真 3.18 ベースプレートとアンカーボルト(1)



写真 3.19 ベースプレートとアンカーボルト(2)



写真 3.20 発錆していないアンカーボルト



写真 3.21 柱脚のコンクリートの破壊  
(写真 3.20 のアンカーボルトは赤丸部)





写真 3.22 破断したアンカーボルト



写真 3.23 引き抜けた柱脚(1)



写真 3.24 引き抜けた柱脚(2)



写真 3.25 柱脚の埋め込み跡



写真 3.26 写真 3.25 の引き抜け部分



写真 3.27 柱脚の折損

### 3.3 ゴルフ練習場 C の被害(横浜市)

以下では、神奈川県横浜市のゴルフ練習場 C の被害状況をまとめる。ゴルフ練習場管理者によると、昭和 52 年(1977 年)頃に竣工したとのことであるが、確認申請手続きの記録はなく、鉄柱の設計図書は確認できていない。ゴルフ場管理者によると、当初は最上部のつなぎ梁(測定によると約 30m)までの高さであったが、写真 3.28 のような間柱を増設するとともに鉄柱の高さを増したとのことであった。今回の被害は鉄柱の増設部分に生じている。

- ・ ゴルフ練習場管理者によると、台風第 15 号で 4 本(北側)、台風第 19 号で 1 本(南側)の鉄柱の先端部の折損が見られた(写真 3.29~3.30)。先に被害が発生していた 4 本の鉄柱の先端部は台風第 19 号の影響でさらに傾斜が進んだとのことだった。



- ・ 南側の鉄柱では先端部の折損が見られた(写真 3.31)。拡大写真(写真 3.32)によると、鉄柱の破断が見られる。
- ・ 北側の鉄柱では上から2本目のつなぎ材より上の範囲で柱の先端部が変形していた。この変形は鉄柱の部分的な折損あるいは接合部の破断によるものと考えられるが、目視での確認には至らなかった(写真 3.33～3.34)。
- ・ 建物の周囲は木々で囲まれていたが、被害の発生した高さは周囲の木々よりもかなり高い部分であった。



写真 3.28 無被害の鉄柱と間柱

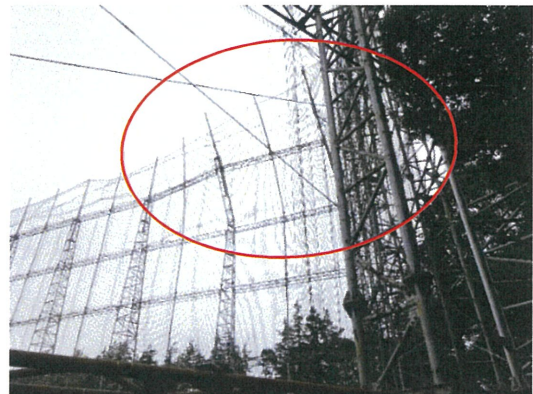


写真 3.29 先端部の被害状況(1)(北側)



写真 3.30 先端部の被害状況(2)(南側)



写真 3.31 折損した鉄柱(1)(南側の鉄柱)

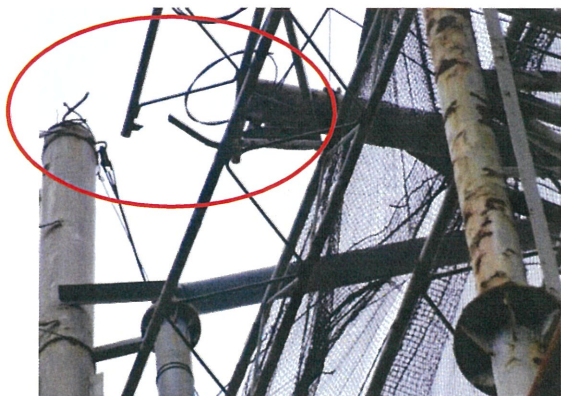


写真 3.32 折損した鉄柱(2)(南側の鉄柱)

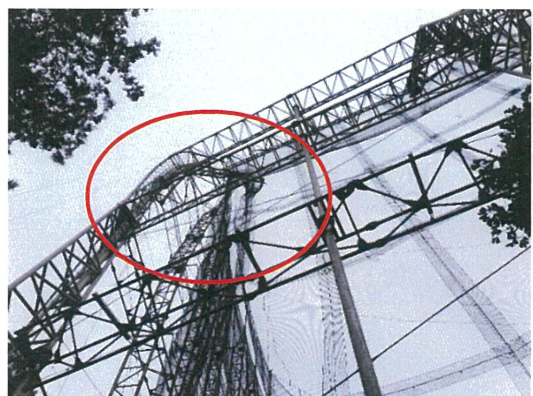


写真 3.33 先端部の変形(北側の鉄柱)





写真 3.34 被害部分の拡大写真(1) (北側の鉄柱)

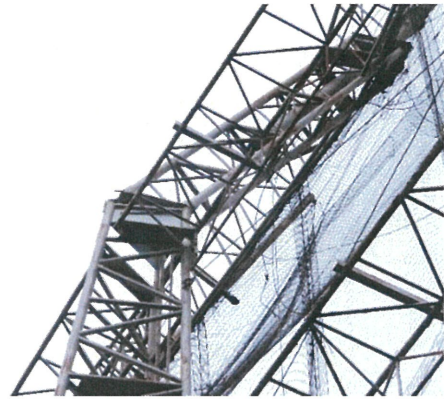


写真 3.35 被害部分の拡大写真(2) (北側の鉄柱)

#### 4. まとめ

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所では、台風第 15 号及び台風第 19 号に伴う強風によって千葉県市原市と神奈川県横浜市で被害が生じたゴルフ練習場の鉄柱を対象に、工学的見地からの現地調査を実施した。調査から得られた被害状況等を以下にまとめる。

- ・ 千葉県市原市のゴルフ練習場Aでは、複数の鉄柱が北西に隣接する住宅側に倒壊した被害が発生した。鉄柱の被害状況としては、柱脚のベースプレート下面でアンカーボルトが破断し、弦材のH形鋼で著しい変形が生じていることを確認した。
- ・ 神奈川県横浜市のゴルフ練習場Bでは、複数の鉄柱が西(敷地内)に倒壊した被害が発生した。鉄柱には柱脚の引き抜けやアンカーボルトの破断、柱脚の折損が見られた。
- ・ 神奈川県横浜市のゴルフ練習場Cでは、鉄柱の先端部の変形や折損が見られた。
- ・ いずれのゴルフ練習場においても、被害発生時にネットは下ろしていないとのことだった。
- ・ 今回の台風第 15 号及び台風第 19 号における最大風速を地表面粗度区分を考慮し、地上 10m の高さの最大風速に換算すると、いずれの観測地点においても平成 12 年建設省告示第 1454 号に規定されている基準風速と同等かそれ以下であった。

#### 謝辞

本調査を実施するにあたり、市原市都市部建築指導課及び横浜市建築局建築指導部建築指導課にご協力をいただきました。ここに記して感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 内閣府：令和元年台風第 15 号に係る被害状況等について 令和元年 9 月 11 日 14 時 00 分現在  
[http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon15/pdf/r1typhoon15\\_5.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon15/pdf/r1typhoon15_5.pdf) (2019.09.11 閲覧)
- 2) 総務省消防庁：令和元年台風第 15 号による被害及び消防機関等の対応状況(第 35 報)  
<https://www.fdma.go.jp/disaster/info/items/taihuu15gou35.pdf> (2019.10.29 閲覧)
- 3) ウェザーニュース：【速報】台風 15 号 千葉市付近に上陸 関東では過去最強クラス  
<https://weathernews.jp/s/topics/201909/090055/> (2019.09.15 閲覧)
- 4) 国土技術政策総合研究所・建築研究所：令和元年台風第 15 号に伴う強風による建築物等被害 現地調査報告  
<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2019/typhoon15.pdf> (2019.10.30 閲覧)
- 5) デジタル台風：台風 201915 号(FAXAI)－総合情報(気圧・経路図)



- <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/s/201915.html>. ja (2019.09.11 閲覧)
- 6) 気象庁：過去の気象データ検索  
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2019.09.16, 2019.10.18 閲覧)
- 7) 内閣府：令和元年台風第19号に係る被害状況等について 令和元年10月18日15時00分現在  
[http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19\\_14.pdf](http://www.bousai.go.jp/updates/r1typhoon19/pdf/r1typhoon19_14.pdf) (2019.10.18 閲覧)
- 8) デジタル台風：台風201919号(HAGIBIS)－総合情報(気圧・経路図)  
<http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/summary/wnp/s/201919.html>. ja (2019.10.18 閲覧)