通信設備用つり線の三宅島での暴露試験による腐食事例*

中村真理子**, 齋藤博之**, 東 康弘**, 澤田 孝**, 半田隆夫**,
工藤 保***, 渡辺正満***, 松本守彦***

** 日本電信電話株式会社 環境エネルギー研究所
*** 東日本電信電話株式会社 技術協力センタ

Corrosion of Steel Wire Strands for Telecommunication exposed in Miyake Island*

Mariko Nakamura**, Hiroyuki Saito**, Yasuhiro Higashi**, Takashi Sawada**, Takao Handa**,
Tamotsu Kudo***, Masamitsu Watanabe*** and Morihiko Matsumoto***

** NTT Energy and Environment Systems Laboratories
*** NTT EAST Technical Assistance and Support Center

キーワード 暴露試験, 鋼より線, 腐食, 防食被覆

Key words: exposure test, steel wire strands, corrosion, protective coating

1. 緒 言

最近, 長年に利用されてきた社会基盤の損傷事例が現出し始めている¹⁾. 通信線路設備にも鉄鋼等の金属が用いられているため, 防食対策は不可欠である. 鋼より線で構成されるつり線²⁾の接続端子かん取付け部には, 端子かんへの雨水等の侵入を防ぐため, 設置時に, 人の手でシーリングテープ (ブチルゴム系粘着テープ) を巻く. その時, テープとつり線との間に隙間が生成する可能性があり, この部分での腐食に注意が必要である³⁾.

鋼より線は, Al や Zn によって防食されてきたが, 長期間使用による腐食形態には不明な点が存在する. 本研究では, 今後の防食対策につなげるため, 金属にとって過酷な環境である三宅島沿岸において, 23 年間に渡る長期間暴露試験を実施した. 腐食の結果, 断線し, 試験台から落下した試料が確認された. そこで本稿では, まず落下試料を対象とし, 長期間暴露の腐食形態について述べる.

2. 暴露試験

2.1 試 料

試料は, 接続端子かんでのつり線の使用時を模擬し, 異なる防食対策を施した鋼より線である. Table 1 及び Fig. 1 に試験に用いた試料の名称, 特徴を示す. 犠牲アノードテープ (Al-0.05 mass%In) の寸法は, 1.0×5.0×300 mm である.

2.2 暴露条件

暴露試験用の架台は, 三宅島伊豆岬 (海岸から約 20 m) に設置した. 架台上には, 1 列あた

り 32 本, 3 列で 96 本の試料が設置可能である. うち, 左列には sa-Al 系 (sa-Al series) を 32 本, 中央列には上部から sa-Al 系を 7 本と Al 系を 25 本, 右列には Al 系を 2 本と Zn 系を 30 本設置した.

暴露は, 1986 年 3 月に開始した. 開始から 14 年後にあたる 2000 年に, 三宅島では雄山が噴火した.

2.3 結 果

2.3.1 試料回収時の状況

Fig. 2 は, 設置して約 23 年経過した 2009 年 7 月に, 試料を回収した時の状態である. 2.2 に記した配列と照合すると, 犠牲アノードテープをつけた sa-Al 系の試料は架台上に設置された状態にあるが, Al 系および Zn 系は断線し, 落下した状態で回収された. 断線した日時は不明である.

また, Fig. 2 から, Al 系はシーリングテープとの境目付近から, Zn 系は架台との設置部付近から断線していることがうかがえる.

Table 1 Kinds of steel-wire-coated specimens.

Specimen	Number of strands in a steel wire	Diameter (mm)	Kinds of steel wire coating (thickness)
sa-Al series	4	3.1	Sacrificial anode tape and Al-coated (200 μm)
Al series	4	3.1	Al-coated (200 μm)
Zn series	7	2.3	Zn-coated (15~40 μm)

Fig. 1 Schematic diagram of coated specimens.

* 材料と環境 2010 (東京, 2010 年) で発表

** 〒180-8585 東京都武蔵野市緑町 3-9-11 (9-11, Midoricho 3-chome, Musashino-shi, Tokyo, 180-8585 Japan)

*** 〒144-0053 東京都大田区蒲田本町 1-2-5 (2-5, Kamata-Honcho 1-chome, Oota-ku, Tokyo, 144-0053 Japan)

Fig. 2 Specimens exposed for 23 years.

Fig. 3 Cross-sections of specimens. Circles indicate points of measurement. (a) Al series; (b) Zn series.

2.3.2 断面観察

回収した Al 系および Zn 系の試料について、シーリングテープで巻かれた部分を切断し、樹脂込めした後、光学顕微鏡（ハイロックス製：SH-4500）により、断面観察を行った。

両試料は、共に腐食が進行し、鋼より線の断面の痕跡を残しつつ、線の外から中心に向かってひび割れが見られた。また、互いが接合しており、周囲は黄色みを帯びていた (Fig. 3)。

2.3.3 元素分析および腐食生成物の同定

2.3.2 の両試料に対し、EPMA（日本電子製：JXA-8621）による元素分析を、それぞれ 7 カ所について行った。

試料は共に、鋼より線と思われる箇所からは Fe, O が、試料断面に亀裂が入っている箇所からは C が、主元素として検出された。その他、鋼より線箇所において、Al 系試料では Mn, Si, Cl, S, C が、Zn 系試料では Mn, Si, Cl, Cr, Zn, C が微量元素として検出された。

次に、腐食生成物を同定するため、XPS（PHI 社製：Quantum2000）を行った。両試料は、 Fe_{2p} 光電子スペクトルにおいて、 Fe_2O_3 に由来するピークが顕著に観察され、酸化鉄 (III) が多く含まれることが分かった。

2.4 考 察

鋼線まで腐食が進行した経路については、Fig. 2 から、Al 系では、腐食が著しく進んだ箇所は、境目付近であっ

たことが分かる。高沢ら⁴⁾の報告によれば、シーリングテープ内部に海塩粒子を含む雨水が侵入した場合、外部環境と比べ、乾燥し洗い流されることが少ないため、塩化物イオンの蓄積が生じやすいとしている。したがって、この Al の不動態膜の不安定化が、長い年月を経て孔食を進行させ、鋼線部に達し、断線に至らしめたと考えられる。

一方、Zn 系では架台部から破断しており、鋼より線は残っていない。井上ら⁵⁾の大気暴露試験の報告では、鳥しょ部（毛無島）に設置した Zn めっき鋼単線が 3 年で防食効果がなくなり、10 年で腐食破損することを述べている。今回、三宅島で 23 年間暴露試験を実施したことから、自然環境に露出している鋼より線の全面腐食に因る破断であったと考えられる。

EPMA 分析の結果では、S は一カ所で微量に検出されただけであった。これは、噴火が起こった時、すでに暴露開始から 14 年が経過しており、腐食生成物として酸化物が生成され、硫化が起きにくかったためと考えられる。

3. 今後の課題

本報告では、落下した試料について、断面観察および腐食生成物の同定を行った。これまで、有効とされてきた防食においても、長期間使用することで、防食効果が低下し、破断の恐れがあることが明らかとなった。

現時点では、長期間暴露でも架台上に設置された状態を確認された sa-Al 系の試料の内部がどのような状況にあるのかは把握できていない。今後は、sa-Al 系までを含めた検討を行い、今後の防食対策にいかす。

謝 辞

本報告における長期間に渡る暴露試験を開始して下さった NTT 技術協力センタ（現、NTT 東日本技術協力センタ）の宮田恵守氏（現、沖縄工業高等専門学校教授）に深く謝意を表します。

参 考 文 献

- 1) J. Sakai, *Zairyo-to-Kankyo*, **59**, 61 (2010).
- 2) Denki tsushin syunin gijutu sya shiken kenkyu kai ed., *Senro setsubi oyobi setsubi kanri* (線路設備及び設備管理), Nihonriko-Syuppankai (2005).
- 3) NTT EAST Technical Assistance and Support Center ed., *Tsushin setsubi no toraburu Q&A* (通信設備のトラブル Q&A), TTA (2007).
- 4) H. Takazawa, R. Takekoshi, Y. Miyata and H. Saito, *Zairyo-to-Kankyo*, **41**, 151 (1992).
- 5) S. Inoue and T. Yoshimura, *Boshoku-Gijutsu* (presently *Zairyo-to-Kankyo*), **27**, 179 (1978).

(Manuscript received June 10, 2010;
in final form July 28, 2010)