

光センサを用いたアンテナ放射モニタの開発

川井 陽史[†] 平田 真一[†] 杉本 智彦[†]
鳥羽 良和[‡] 今村 浩一郎[†]

[†] 日本放送協会技術局 〒150-8001 東京都渋谷区神南 2-2-1

[‡] 株式会社精工技研 〒565-0456 千葉県松戸市松飛台 296-1

E-mail: [†] kawai.y-gu@nhk.or.jp, [‡] yoshikazu.toba@seikoh-giken.co.jp

あらまし 放送用の送信空中線は指向性の調整や空中線利得を上げるために多面、多段で構成されているため、空中線系に障害が発生すると障害箇所を特定するのに時間を要する場合がある。そこで送信空中線の特性（指向性やVSWR特性）に影響を与えない電界センサを開発し、各空中線に内蔵することで各空中線の状態を監視するアンテナ放射モニタの開発を進めている。本報告では放送用送信空中線のアンテナ放射モニタに求められる要求条件について述べるとともに、開発した電界センサ（光センサ）の構成について説明する。

キーワード 空中線監視, 電界センサ, 光センサ, アンテナ放射モニタ

Development of Antenna Radiation Monitor Using Electro-Optic Sensor

Yoji KAWAI[†] Shinichi HIRATA[†] Tomohiko SUGIMOTO[†]

Yoshikazu TOBA[‡] and Koichiro IMAMURA[‡]

[†] Japan Broadcasting Corporation 2-2-1 Jinnan, Shibuya-ku, Tokyo, 150-8001 Japan

[‡] SEIKOH GIKEN Co.,Ltd. 296-1, Matsuhidai, Matsudo-shi, Chiba, 270-2214 Japan

E-mail: [†] kawai.y-gu@nhk.or.jp, [‡] yoshikazu.toba@seikoh-giken.co.jp

Abstract This report describes a transmission antenna radiation monitor using an electro-optic sensor and an optical fiber.

Keyword antenna monitor, electric field sensor, electro-optic sensor, antenna radiation monitor

1. はじめに

地上デジタル放送では、放送エリアに合わせた空中線利得と指向性を形成するために送信空中線は双ループアンテナなどを複数基用いて多段・多面にスタックして構成している。給電回路を含む送信空中線の状態監視は、送信空中線系全体のDCR (direct current resistance: 直流抵抗)と送信機からの出力電力と空中線系からの反射電力を測定して求めたVSWR (Voltage standing wave ratio: 電圧定在波比)の2項目の常時監視で行っている。

しかし、送信空中線系全体のDCRとVSWRの監視だけでは空中線系に障害が発生すると障害箇所を特定するのに時間を要する場合がある。例えば、空中線1基だけ破損した場合でもDCRやVSWRの監視で空中

線に異常が発生したことは分かるが、障害箇所を特定するためには空中線システムを追ってシステム毎に点検していく必要があり、発見に時間を要することがある。放送は基本的に24時間365日であり、保守のための休止も深夜に2~3時間程度しか確保できないため、障害箇所の短時間での特定が求められていた。

また、放送用の送信空中線は指向性を調整するために分岐給電線で位相を付けているが、工事の配線ミス等が原因で設計通りの位相となっていない場合、DCRやVSWRでは検出することができないため、サービスエリアでの電界測定で初めて判明することもある。

このような問題を解決するためには、送信空中線1基毎に放射状態を監視できるシステムが必要となる。送信空中線1基毎に放射状態を測定するためには送信

空中線の特長（指向性や VSWR 特性）に影響を与えずに放射電力や位相差の確認が可能な電界センサの開発が必要となる。また、落雷時に電界センサからの信号線に乗って局舎内に雷サージを引き込まないようにする対策も必須である。

本報告では、それらの課題を解決するべく金属物をほとんど用いない小型の光センサを電界センサとして用い、信号線にも光ファイバを使用したアンテナ放射モニタシステムの開発を行ったので報告する。

2. 光センサ

2.1. 要求条件および原理

使用する光センサの選定にあたり複数の光センサを試作し検証した。アンテナ放射モニタで用いる光センサの要求条件としては、

- ・最小限の金属で構成すること
 - ・小型で高所での作業性が良いこと
 - ・地上デジタル放送で使用する周波数帯(470～710MHz)で周波数特性が平坦であること
 - ・空中線 1 基あたりの電力が 10W～1000W で測定できること
 - ・周囲温度 -20～60° で動作すること
- などがある。

図 1 に透過型光センサの原理、図 2 に透過型光センサの本体概要を示す。開発当初は透過型の光センサを試作し動作試験を実施したが、光センサ本体が大きくなり作業性が悪いこと、光ファイバが 2 本必要になること、感度が低いことを理由に、反射型の光電界センサを開発した。

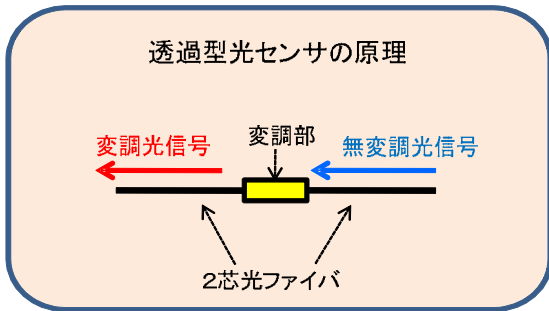


図 1. 透過型光センサの原理

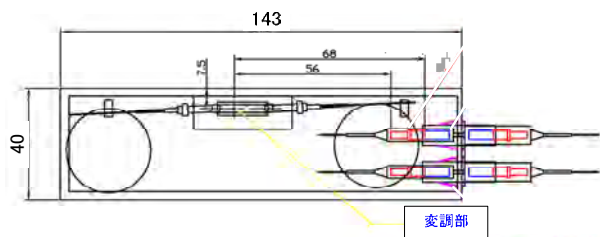


図 2. 透過型光センサの本体概要

図 3 に反射型光センサの原理、図 4 には反射型光センサの本体概要を示す。反射型光センサは、透過型構造に比べて同じ変調部の場合、往復で 2 倍の感度が得られることのほか、光ファイバも 1 本で済み、小型化にも有効なため、反射型光センサを採用することにした⁽¹⁾。

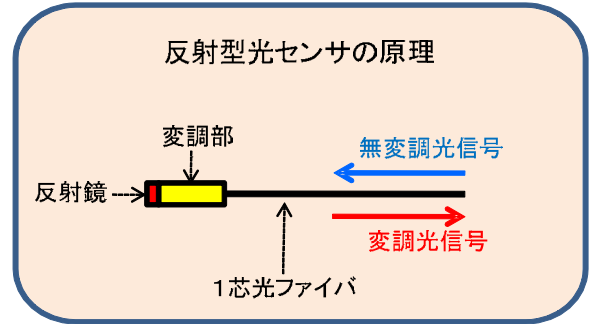


図 3. 反射型光センサの原理

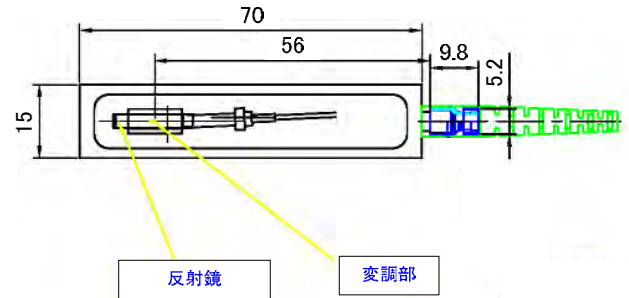


図 4. 反射型光センサの本体概要

2.2. 検証実験

試作した光センサを用いて検証実験を行った。図 5 に検証実験の様子を示す。実験では 4L 双ループアンテナ 4 段 4 面に表 1 に示す空中線設計値で各空中線に給電し、電波発射中の送信空中線 1 基毎に空中線の前面に光センサを配置しながら測定を行った。表 2 に測定結果を示す。

表 1 . 空中線設計値

空中線設計値(電力)

	A	B	C	D
1	81.6	81.6	81.6	81.6
2	81.6	81.6	81.6	81.6
3	100	100	100	100
4	100	100	100	100

空中線設計値(位相)

	A	B	C	D
1	55	150	55	55
2	120	155	120	120
3	65	65	65	65
4	40	0	40	40

表 2 . 測定結果

光電界センサ測定データ(電力)

	A	B	C	D
1	84.8	81.1	83.3	83.2
2	76.1	77.4	72.9	72.9
3	93.9	90.0	90.7	86.1
4	93.3	100.0	93.4	94.2

光電界センサ測定データ(位相)

	A	B	C	D
1	62.0	162.0	58.0	54.0
2	118.0	161.0	129.0	129.0
3	73.0	65.0	66.0	63.0
4	47.0	0.0	46.0	45.0



図 5 検証実験の様子

送信空中線のすぐ前面で測定しているため近傍界であり光センサの取付位置による測定値の偏差もあるが、概ね空中線の放射状態を監視できることが確認できた。この測定方法でも障害時の点検などでは十分使用できると判断している。

3. アンテナ放射モニタシステム

3.1. システム概要

送信空中線の中に光センサを常設すれば送信空中線の放射状態を常時監視することができる。そこで空中線に光センサを常設し全ての送信空中線の状態を常時監視できる監視システムを検討した。

図 5 にアンテナ放射モニタシステムの概要を示す。マルチチャンネルコントローラから光センサに順次無変調光を送り、光センサで放送波により光変調された信号は、再度マルチチャンネルコントローラに入力され、元の放送波に復調される。復調された信号と送信機出力信号と比較することで送信空中線の全基の状態を監視可能なシステムとした。光センサからの信号の伝送は全て光ファイバを用いており雷害対策も兼ねている。

光センサの送信空中線内の取付位置については、光センサを取り付けることにより VSWR 特性が変わらないこと、取付位置による周波数特性や必要な受信レベルが問題ないこと、万が一光センサが故障した場合に取り外しがしやすい設置場所とするなどを考慮している。

本システムは送信空中線の更新などのタイミングで順次導入していくことを予定している。

文 献

- [1] 鳥羽良和, 一條 淳, 黒川 悟, ” 光電界センサの製品化動向”, 信学総合大会, BCI-2-3, SS-102-103, 2014.

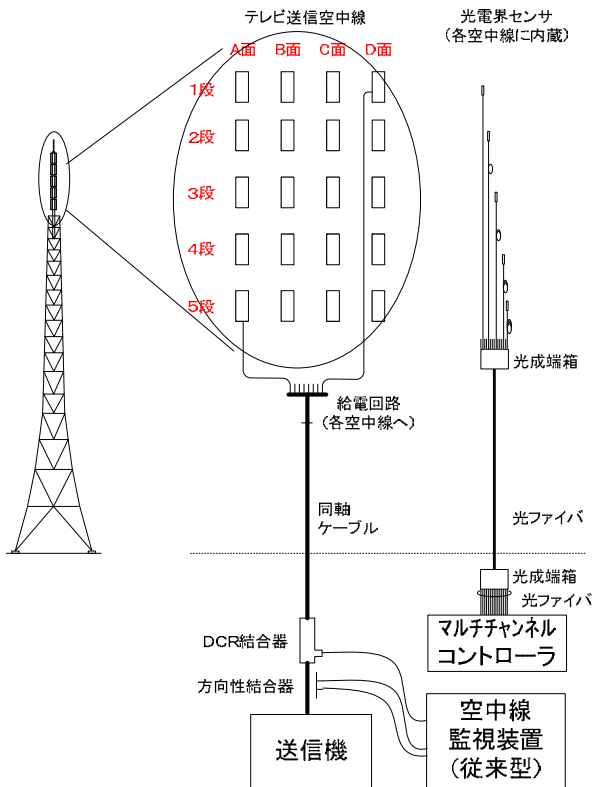


図5. アンテナ放射モニタシステムの概要

4. まとめ

系統が複雑で保守のための休止時間の短い放送用の送信空中線で空中線系の障害発生時に障害箇所を短時間で探索するために光センサを開発した。開発した光センサは最小限の金属で構成しているため送信空中線の近傍に設置しても空中線の電気的特性（指向性やVSWR）に影響を与えない。

試作機を用いた検証実験では光センサを空中線の近傍界に設置しているため光センサ取付位置による測定誤差が発生した。しかし障害発生時における障害箇所の探索は可能と考えている。

また、この光センサを各送信空中線に内蔵して常時監視するアンテナ放射モニタの開発を進めた。光センサからの信号は光ファイバを用いて測定装置に伝送するため送信空中線の電気的特性に影響を与えない上に雷害対策も兼ねている。

今後、アンテナ放射モニタシステムの検証をすすめ本システムの有効性を示していくとともに放送電波の安定確保に寄与していく。