

送電線等の航空障害標識のあり方検討会報告

1. はじめに

平成16年3月7日長野県南木曾町で発生したヘリコプターの墜落事故原因は調査中であるが、当該事故に係る送電線に航空障害標識（航空障害灯及び昼間障害標識の総称。以下同じ。）の設置がなかったことが判明し、その重大性に鑑み、安全当局として今後の送電線への航空障害標識の適切な設置指導を進めていくため、各電力会社等に求めた送電線の実態調査、小型機の運航実態調査等に基づき、標示すべき物件の条件（特定化）、その標示方法（代替措置手段を含む）及び情報提供方法等についての検討、合意形成を図ることを目的として「送電線等の航空障害標識のあり方検討会」を設置した。

本検討会では4回の会議を開催し、主として以下の項目について検討を行った。

- (1) 航空障害標識を設置すべき物件の特定
- (2) 代替措置を含む航空障害標識の標示方法
- (3) 航空障害物件情報の提供方法

本報告は、上記の各調査結果、運航者及び送電線設置者からの要望等を踏まえて検討した結果について取りまとめたものである。

2. 検討の基本的考え方

(1) 航空障害標識を設置すべき物件の特定

- ① 運航実態調査を実施し、主に山間部における小型機の運航実態を把握するとともに、運航者が航空障害物件として意識するものの特徴とその存在・把握方法等について意見聴取する。
- ② 地上高60m以上の全送電線のデータを分類整理し、送電線の設置箇所・設置状況等を把握する。
- ③ 運航実態調査結果及び運航者意見等に基づき、送電線への航空障害標識の設置が必要な地区を特定する。
- ④ 上記③で特定された地区において、上記②の送電線データ整理結果および送電線設置箇所の地理的・地形的条件等を考慮して、標識設置を要する送電線を特定する。

(2) 代替措置を含む航空障害標識の標示方法

昼間障害標識及びその代替措置について、実背景環境下における視標を用いた屋内における視認性評価実験等を行い、定性的・定量的見地から分析及び検証を行うとともに、実運用基準に必要な数値及び条件の設定を行う。

(3) 送電線等の航空障害物件情報の提供方法

物件及び物件設置者の意見を踏まえて、運航者が必要とする送電線情報項目を特定し、情報提供方法について検討を行う。

(4) その他

検討にあたっては、航空法上の取り扱い、国際民間航空機関（ICAO）の規定及び諸外国の基準を考慮する。

3. 検討結果

(1) 航空障害標識を設置すべき送電線の特定

1) 送電線への航空障害標識の設置が必要な地区

① 山間部

山間部における送電線への昼間障害標識の設置が必要な地区は、別添1のとおりとすることが適当である。(航空障害灯の設置は必要としない。)

山間部における送電線への昼間障害標識の設置が必要な地区は、運航実態調査結果に基づき、かつ、我が国の主要な運航関係者との数回にわたる意見交換により、気象条件に関わらず選択される空港間等を結ぶ有視界飛行経路を確認しその特定を行った。

地区特定の考え方は以下のとおりである。

- i 運航実態調査結果によれば、山間部の送電線のうち昼間障害標識の設置が必要な地区は原則として「一般的な地域間飛行経路」下に特定される。
- ii この「一般的な地域間飛行経路」のうち、気象状態が悪化し雲高が低下した等の場合には雲とのクリアランスを確保しつつ谷間・峠を飛行する地区は、送電線が気になるほどの低い高度で飛行することから、原則として送電線への昼間障害標識の設置が必要である。

「一般的な地域間飛行経路」下であっても、気象状態が悪化する場合には選択しない地区の送電線には昼間障害標識の設置は必要ないと考えられる。また、「一般的な地域間飛行経路」下以外の地区にあっては、特別なミッションを除き地上物件が気にならない高さの巡航高度で飛行することから、送電線への昼間障害標識の設置は必要ないと考えられる。

なお、運航実態調査結果によれば、一般的には山間部の谷間を夜間飛行することはなく、また、夜間における地域間飛行において経路下の峠越えにあたっては峠の海拔高から十分なクリアランスを確保した巡航高度で飛行するため、山間部の送電線への航空障害灯の設置は必要ないとする。

② 海上部

海上部は送電線への航空障害灯及び昼間障害標識の設置が必要な地区とすることが適当である。

運航実態調査結果によると、島渡りの送電線に対する航空障害標識の設置要望が多数あり、この背景・理由を精査・確認した結果は以下のとおりである。

- i 海上部は、山間部・平坦部と異なり騒音等の制約もないことから、飛行高度を下げやすい。
- ii 海上部を飛行する際、運航者は空間識失調を恐れ、島を目標に飛行することが多い。
- iii 特に海岸部は、天候不良時の代替飛行経路として利用することが多い。
- iv 昼夜を問わず有視界による飛行が行われている。

よって、海上部は飛行空間として自由に選択でき昼夜を問わず飛行すると考えられることから、原則として航空障害灯及び昼間障害標識の設置が必要である。

○ 関連事項

平坦部（山間部及び海上部以外の地域）においては以下の理由により送電線への航空障害標識の設置は必要としない。

- i 平坦部は、山間部と異なり見通しの良い視界が開けた地区に、送電線及び送電鉄塔が設置され

ている若しくは設置されること。

- ii 運航者は基本的には鉄塔の上空を飛行することから、送電線の高さに関わらず、送電線を架設する一定の鉄塔群を認識できるよう主要な鉄塔に航空障害灯及び昼間障害標識を措置することにより送電線の存在を認識しうるので、送電線への航空障害標識の設置は必要ないと考えられること。
- iii 但し、将来飛行場又はヘリポートの新設により特定した地域間飛行経路が変化した場合や、運航者から運航上気になる物件情報の提供があった場合は「航空障害標識設置調整会議」（仮称）の場で検討を行うことが適当であると考えられること。

2) 上記各地区の航空障害標識の設置が必要な送電線

① 山間部

主要な道路（高速道路を含む）、主要河川、主要鉄道等（以下、「主要な道路等」という。）のいずれかと交差している送電線を対象とすることが適当である。

ただし、峠越えの飛行経路下の峠から水平距離2000mの飛行経路に沿った範囲にある送電線（峠の頂部の高さと同頂部から150m低い高さの範囲に存在する送電線を除く。）には、昼間障害標識（代替措置を含む。）の設置を省略することができるものとする。（別添2）

また、複数近接している送電線への昼間障害標識の設置については一部省略できる可能性もあることから、運航関係者等に送電線の立地条件等を提示し、その結果も踏まえ、個別に判断することが適当である。

- i 航空機が有視界飛行方式で山間部を飛行する場合には地表目標物である主要道路等沿いを飛行することから、主要道路等と交差する送電線を障害物と感じている。（運航者は主要道路等と平行方向に架設されている送電線は障害物としてあまり意識しない。）
よって、主要道路等と交差する送電線には原則として昼間障害標識の設置が必要である。
- ii 地域間飛行経路が峠越えになる地区では、一般的には峠の手前約2000mから峠の輪郭や高さを意識しつつ上昇飛行することになる。よって、雲との関係から、山に接近しやすい峠越えの地区の送電線については峠越え頂部から150m低い範囲内にある送電線には昼間障害標識の設置が必要であるが、それ以外の峠の手前約2000m地点と峠頂部の間の飛行経路に沿った区域については送電線よりも高いところを飛行することから、送電線への標識設置は必要ないと考えられる。
- iii 谷間等の主要な道路等を横断する送電線の存在を認識できるよう措置（昼間障害標識又は本検討会で承認された代替措置を含む。）された送電線に近接している送電線で、かつ措置済みの送電線より海拔高が低い送電線には、昼間障害標識又は本検討会で承認された代替措置の設置の必要性は低いと考えられる。よって、これらの送電線については、個別物件毎に送電線の立地条件及び地理的条件等の設置状況を運航関係者等に提示し判断する必要がある。

② 海上部

海上部に架設されている陸域と沖合いの島を結ぶ送電線及び島から島へ渡っている送電線を対象とすることが適当である。

運航者意見によれば海上に架設されている送電線は基本的に障害物件と考えられることから、海上を渡っている送電線には原則として航空障害灯及び昼間障害標識の設置が必要である。

ただし、複数近接している送電線への標識設置の一部省略が可能であるかは、山間部と同様な考

え方により個別判断する必要がある。

(関連事項)

航空害灯及び昼間障害標識の設置の方法

- i 設置の方法については、下記(2)代替措置を含む航空障害標識の標示方法の適用が可能と考えられる。
- ii 但し、航空障害灯に関しては、海上部の長径間の送電線(1800mを超えるもの:2件)には、両端の鉄塔に高光度航空障害灯を設置した場合であっても送電線の把握に必要な両端鉄塔の同時視認が困難であることから、これらの送電線への安全対策をさらに検討していくため、ICAOを含む諸外国の技術検討動向や新技術の開発動向も踏まえ今後調査・研究することが必要である。

(2) 代替措置を含む航空障害標識の標示方法

送電線への昼間障害標識(球形標示物)の設置方法は赤と白又は黄赤と白の交互設置とすることが適当である。

また、送電線への昼間障害標識の代替措置は別添3のとおりとすることが適当である。

上記の結論は、以下の調査検討結果に基づくものである。

i 標識の見え方調査結果

昼間障害標識及びその代替措置について、曇天・緑地・土地・紅葉等実背景環境下における視認性について、屋内における視認性評価実験(200分の1のスケールモデル視標を用いた9名の運航者による評価)によって、球形の標示物、多導体送電線の視認性についての見え方調査を行い、また、中光度白色航空障害灯及び高光度航空障害灯の代替措置としての有効性の検証を行い、実運用基準に必要な数値及び条件の設定を行った。この見え方調査の結果(概要)は以下のとおりである。

① 送電線への球形標示物の設置方法

ア) 直径50cmの球形標示物を、設置間隔45mで、赤と白又は黄赤と白の組み合わせで赤と白又は黄赤と白を交互に設置する方法が、全ての実背景環境下において最も有効である。

イ) 送電線を線として認識するには、上記ア)の球形標示物6個の設置が必要である。

② 球形標示物設置の代替措置としての鉄塔への塗色

鉄塔として認識できるためには以下の措置が必要である。

ア) 高さ30m以上にわたり7段塗色とする。(但し、岩陰や樹木に隠れていない部分の高さとする。)

イ) 高さ15m以上30m未満の鉄塔は、鉄塔の7段塗色と赤と白又は黄赤と白の交互配置の球形標示物4個との組み合わせ設置を行う。

③ 多導体の視認性

多導体は視認困難な物件である。

(視認性評価実験の結果、多導体は、曇天背景及び逆光条件の土地背景においては全く存在がわからず、逆光条件の緑地背景ではほとんど視認できないことから、視認困難な物件であると評価された。)

④ 両端鉄塔を視認できる径間と高低差

理論的検証結果に基づき以下の数値及び条件によることとした。

ア) 代替塗色鉄塔

両端鉄塔を同時に視認できる鉄塔径間の最大長は700m。

(両端鉄塔の高低差が100m以内の場合)
※両端鉄塔の高低差が100mを超える場合は個別物件毎に所定の理論式により同径間の最大長を算出することができる。

イ) 代替航空障害灯

両端鉄塔を同時に視認できる鉄塔径間の最大長は、

- ・ 中光度白色航空障害灯を両端鉄塔に設置した場合は1200m。
- ・ 高光度航空障害灯を両端鉄塔に設置した場合は1800m。

(いずれも両端鉄塔の高低差がない場合)

※両端鉄塔間に高低差がある場合は高低差と鉄塔径間の関係を示すグラフ(理論式により算出したもの)により同径間の最大長を求めることができる。

ii 代替標識案の作成及び検討結果

上記 i の見え方調査結果に基づき作成された具体的な代替標識案を標識の見え方の専門家と運航者それぞれの評価及び意見を踏まえて第2回検討会で検討した結果、別添3を代替措置とすることが合意された。

(3) 送電線等の航空障害物件情報の提供方法

航空機の航行の安全を確保するため、航空障害標識の設置とともに、運航者の必要とする送電線に関する情報提供を行っていくこととする。

i 運航者が必要とする送電線に関する情報項目は下記のとおりである。

- ① 位置(両端鉄塔の緯度経度)
- ② 海拔高(送電線、両端鉄塔)
- ③ 標識の有無(送電線、両端鉄塔)
- ④ 径間長(=両端鉄塔間の水平距離)

ii 当面、運航者への上記4項目の情報提供はデータベース(電子媒体等)により行うこととする。

iii 国は、物件設置者から情報を受理した場合は、速やかに運航関係者団体を通して情報提供するものとする。

iv 物件設置者は、送電線の新設等データの変更が生じる場合には、速やかに地方航空局に報告するものとする。

v 物件設置者の情報提供窓口等は、今後とも運航関係者から送電線の詳細情報(地図等)について照会があった場合には、情報を提供するものとする。

vi 運航実態等も勘案しつつ、必要に応じて運航者ニーズに対応した地図及び地図画像データの提供等も視野に入れ、また、運航者が空港において情報を入手できるような仕組みについても検討していくこととする。

(4) 航空障害標識設置調整会議（仮称）の設置

将来の飛行場又はヘリポートの新設により今回特定した一般的地域間飛行経路が変化した場合や運航者から気になる物件情報の提供があった場合に、航空障害標識設置の必要性、標識の設置方法等について検討及び調整を行う場として、学識経験者、運航関係者、物件設置者、行政当局等で構成する「航空障害標識設置調整会議（仮称）」を常設するとともに、送電線への航空障害標識設置の進捗状況等の報告を行う場としても活用することが適当である。

航空障害標識設置調整会議（仮称）の設置を必要とする理由は、以下のとおりである。

- i 航空障害標識の設置対象外とした物件であっても、今後飛行経路の増加、地理的地形的条件等により航空障害標識を設置すべき箇所の見直しが必要になる場合が考えられる。
- ii 周辺の地形条件、周辺住民への光障害等がある場合には、運航者にとって最も効果的な標識設置方法等の検討が必要になる。
- iii これらの検討にあたっては、公平性・透明性の確保が求められる。

(5) その他

① 第2優先設置指導物件の特定

電力会社等から報告のあった鉄道等を横断する地表又は水面からの高さが150m以上の送電線のうち第2優先設置物件として16物件を特定した。（別添4）

運航実態調査結果並びに我が国の主要な運航者との意見交換により、電力会社等から報告のあった鉄道等を横断する地表又は水面からの高さが150m以上の送電線のうち、標識設置免除手続きがなされているものを除く68物件から、地域間飛行ルート下にあるもの・天候不良時でも選択するルート下にあるもの・地域間飛行ルートと交差しているもの・特殊な目的以外で飛行する場所にあるもの（これらのいずれにも該当する送電線）を特定した。

② 送電線への航空障害標識の設置が必要な地区以外の地区に存在する送電線の把握

運航者への情報提供及び今後の飛行経路の増加等による航空障害標識の設置をすべき箇所の見直し検討に資するため、今回標識の設置が必要とされた地区以外の地区に存在する送電線情報を把握することが適当である。このため、これらの送電線情報についても物件設置者からの提供（届出）が必要である。

③ 航空障害標識設置工事期間中の安全対策

- i 設置場所によっては用地交渉等に不測の時間を要することも想定されることから、設置工事期間中の安全対策が必要である。
- ii 工事期間中の暫定措置として、物件設置者は、送電線パトロール用警戒標識が設置されていない場合は、第1・2優先物件同様に送電線の両端鉄塔頂部に所定の旗を設置するものとする。
- iii 国は物件設置者から提供のあった送電線の設置場所等の基礎データを、運航者団体を通じて提供するものとする。
- iv 運航者団体は、送電線の設置場所等について傘下の運航者に周知徹底を図り、航空の安全確保に万全を期すものとする。

④ 航空障害標識等の新技術の調査研究

航空機の航行の安全確保のためには、航空障害標識の設置を行うとともに、我が国及び諸外国において開発が行われている航空機の障害物件への接触や衝突等の危険を回避するための新しい技術について調査研究していくことが重要である。

(運航実態調査における運航者へのアンケート結果においても、新しい技術の実用化を望む意見が寄せられている。)

4. 標識設置の実効性の確保

- (1) 今後の航空安全対策に寄与し、かつ、航空障害標識の適切な設置指導及び標識設置の実効性・透明性を高めるため、航空障害標識の基準を改正し、本検討会で合意された航空障害標識の設置が必要な地区、設置が必要な送電線、代替措置を含む昼間障害標識等の標示方法について規定すべきである。また、その改正内容については、国土交通省ホームページ等により周知を図ることが適当である。
- (2) 本検討会における検討結果については、運航者、物件設置者、行政当局等の関係者間において今後とも調整を十分に行い、円滑な実施を図っていく必要がある。

(参考資料)

参考 1. 航空法の立法趣旨について

参考 2. ICAOの関連規定及び諸外国の航空障害標識に関する基準

参考 3. 航空障害標識の開発状況