

景観に配慮した送電線ルートの選定

東京工業大学 正員 ○ 安島博幸
東京電力(株) 加茂良夫

1. はじめに

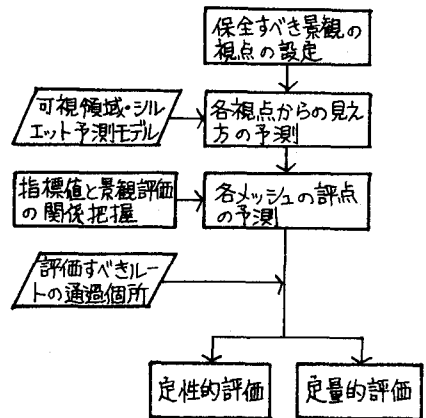
近年、電力需要の増大と需要地近傍での立地が難しいことから、電源が遠隔地化してきたのに伴い、送電設備の大型化、長距離化が進んでいる。一方、通過地各地における自然保護思想の高まりと生活環境の質的向上を住民自身が意識するようになり、大型の土木構造物の景観に関心が集まりつつある。そのため、送電設備のような長距離にわたって連続する構造物は、計画の初期の段階から、通過の可能性のある極めて広い範囲において、送電線を建設した場合の影響を予測・評価し、重要な地点を避けることにより、影響のできるだけ少ないルートを選定していく必要がある。しかし、準備調査的な段階において、ルート帯が全く絞られていない白紙の状態では広範囲の景観調査を現地に赴いて行なうことは効率が悪い。そこで、本研究では、設備建設後の景観の予測と評価を既存データを電算処理することにより、広域を概略検討する手法の開発と適用を行なった。なお、この手法は総合的なルート選定手法のサブモデルとなっており、送電設備の位置に関連する他の評価項目のモデルと統合し、最適ルートを選定するために使用することを前提としている。

2. 景観モデルの概要

(図-1) 予測と評価の手順

送電線建設による景観への影響の予測と評価の手順は(図-1)に示すとおりである。

- ・視点の設定: 地域の景観を保全するために重要な視点を、後述するような観点から選び出し設定する。
 - ・各視点からの見え方の予測: 設定した各視点より一定範囲内の各地点に鉄塔が建った場合の状態(可視・不可視、シルエットになる・ならない)を予測する。なお、標高データは250mのメッシュ・データを使用した。
 - ・各メッシュの評点の予測: 視点までの距離、見え方の予測に基づいて、数量化理論工類による分析結果から各メッシュを評価する。
 - ・代替案の評価: すでに選定されたルートがあれば、通過したメッシュの評点や見え方の予測に基づいて、定性的、定量的評価を行なう。
- この方法は、ルート通過地の各メッシュに鉄塔が建ったような状態を想定し、ルートの評価を近似的に行なおうとするものである。



3. 設備による景観的影響と指標の設定

ここでは、送電設備の景観的影響を、①自然風景地等における視覚的影響と②居住地域における生活環境への影響、に大きく分けて考えた。本論文では、そのうち①の影響について扱うこととし、②については別のモデルで検討している。

写真やフィールドサーベイを通じて、具体的に要因とそれを適切に代表すると考えられる指標を決めるように設定した。

- ・鉄塔の視覚的大きさ: 最も基本となる要因で、従来ほとんどこれによって影響が説明されていた。この指標としては、 $\boxed{\text{視角: } \theta}$ 、鉄塔の大きさを一定とすれば、 $\boxed{\text{距離: } D}$ が使える。鉄塔の高さ H と距離 D から、

H/D を合成している例もある。

- ・鉄塔の視覚的特性：鉄塔自体の形状・色彩に対する好き嫌いである。鉄塔の形状については、一部低い電圧で環境融和型の鉄塔が使われているが、ここで対象としている超高圧送電線では実用化されていない。また、耐張型、懸垂型鉄塔についてはほぼ同一形状と考えられるので形状については指標を設定しない。**色彩**については、一般の垂鈴メッキのもの、航空法に基づいて紅白に塗り分けたもの、環境融和塗色をしたものがあるが色彩の違いは景観への影響に関連深いと考えられるので指標とする。
- ・鉄塔の見え方のタイプ：鉄塔が空を背景として**シルエット**になって浮かび上がるか否かは影響の大きさに関連するので指標として扱う。
- ・鉄塔の周囲の景観：人工的な構造物の多い市街地にある鉄塔と自然風景地にある鉄塔では同じものでも景観の低下度は違ってくる考えられるので、この指標として**土地利用**を設定する。

4. 評価指標と感性の対応

設定した指標について、その指標値と感性の反応の関係を検討した。まず、視角について、500 kV の送電線を対象に見え方を観察した一例は(表-1)に示すとおりである。これによれば10°を越す仰角では、大きく見え、次第に圧迫感を感じるようになる。5°位ではやや大きく見え架線の影響も出始める。一般的に気にならない上限としては2°位であろう。ただし、これは障害物のない平地の場合のもので、周囲に仰角の大きいものが多いところでは、さらに大きくても目立たないこともある。反対に興味対象の方向に鉄塔が存在すれば1°でも気になる。

山地部において、後援から鉄塔が空にシルエットとなって突き出ないように山腹に配置し、背景に近い色で塗色すると目立ちにくくすることができる。これを環境融和塗色というが、その効果を観察した結果は(表-2)のとおりである。背景の色彩や光線の加減が大きく影響するが塗色が充分機能している場合には、一般鉄塔であれば視角が以下になったのと同様の効果がある。ただし、塗色は鉄塔がシルエットにならない場合は輪郭がはっきりするし、色彩が濃いので重圧感を生むことがあり、かえって逆効果になる恐れもある。

(1) 視角に関する心理試験

鉄塔の視角と影響の関係をできるだけ多くの人の反応から一般化するためにスライドを使った心理実験を行った。この実験は、被験者に様々な視角の鉄塔のスライドをランダムに見せ、それぞれを被験者が感じるとおりにカテゴリ一尺度に位置づけてもらうものである。試験的に実施した(被験者数約20名)実験の結果は(図-2)に示すとおりで、これによれば、“やや気になる”と答える人が3~4°位から多くなり、6~7°位では気にならない人がほとんどいなくなるという結果となった。また、被験者が“やや気になる”と答えたスライドのうち最も小さい仰角のものを各人の景観的影響の閾値として、小さいものから並べて累積曲線を描けば(図-3)のようになる。これによれば、4.5°位の仰角で50%の人が

(表-1) 500 kV 送電用鉄塔の視角と見え方
(参考事例)

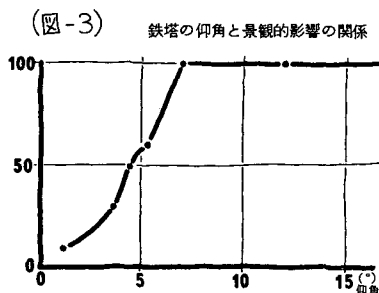
視角	距離	鉄塔の場合
0.5°	8,000 m	少しかすんでいて、輪郭がやっとわかる程度
1°	4,000 m	充分見えるけれど景観的には、ほとんど気にならない。ガスがかかっていると見えにくい。
1.5°~2°	2,000 m	シルエットになっている場合には、よく見え、場合によっては景観的にやや気になり出す。シルエットにならず、さらに環境融和塗色がされている場合には、ほとんど気にならない。光線の加減によっては見えにくいこともある。
3°	1,300 m	比較的細部まで見えるようになり、気になり出す。
5~6°	800 m	やや大きく見え、景観的に気になることもあるが、支配的でない。
10°~12°	400 m	眼に大きくうつるが、圧迫感はない。平坦なところでは垂直方向の景観要素としては支配的な存在になる。
20°	200 m	見上げるような仰角になり、圧迫感も強くなる。

(表-2) 環境融和塗色をした鉄塔の視角と見え方
(シルエットにならない場合)

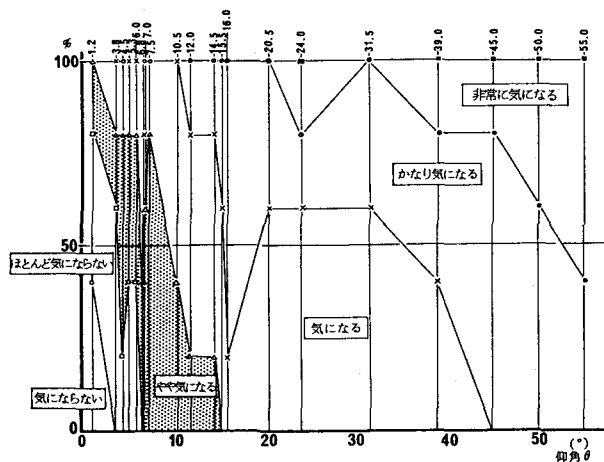
視角	距離	視覚的印象
0.5°	8,000 m	(事例なし。たぶん見えないと思われる)
1°	4,000 m	鉄塔を発見するのに苦労するほどで、条件がよい時にやっと見える。
2~3°	1,300~2,000 m	ほとんど気にならない。一般型なら気になり始める視角であるが、背景の色彩や光の具合によっては、見えにくいこともある。
5°	800 m	やや気になり始めるが、塗色が効果的に機能している場合には、これくらいの大きさになっても気づきにくいこともある。
10°~15°	400 m	不調和感は確かに減るが見えにくくはならない。一般型よりも重圧感を受けることもある。
20°以上	200 m	(ほとんどシルエットになっってしまう。その場合には効果はない。)

景観の影響を受け始めると考えられる。なお、被験者の属性によって、実験の結果が異なることも予想されるので、今後さらに評価の一般化の検討をすすめることが必要と思われる。

実験結果は、概略的に景観的影響のある範囲を定め、距離や視角との関係で送電線の影響を記述する時に使うことができる。



(図-2) 鉄塔の視角と景観の影響の程度(スライド実験による)



(2) 各種指標による総合評価

送電線による景観影響を先述した各種の指標から分析し、各指標の持つ影響への寄与を統合的に調べた。実験は多数の写真(80枚)を用意し、すべての写真の中から鉄塔が景観を最も低下させていると考えられるものを選び、10点とする。同様に影響が最も少なく無視できるものを0点とし、このように選ばれた基準の写真と比較しながら、他の写真を0～10点の間で相対的に評価させる。この写真毎の評価値の平均を写真の中に写っている要素を説明変数として、数量化理論Ⅰ類により解析した。その結果は、(図-4)に示すとおりで、各要因のカテゴリースコアを見れば、そのカテゴリーが及ぼす影響の程度(0～10点に対して)が把握できる。レンジは、その要素の変化による影響全体への寄与を示すものである。これによれば、視角の効きが最も大きく、つづいてミルエットになるか否か、土地利用、色彩の順となった。重相関係数は0.9以上あり、この種の分析としてはかなり高いものである。カテゴリースコアの大きさも経験的な判断と大きなズレは感じられず、写真を用いたために距離感等に若干問題は残るが指標による景観把握の方法として有効であると思われる。

以下、この結果に基づいて評価をすすめることとする。

5. 景観モデルによる予測と評価

(1) 保全すべき視点

優れた景観や地域の住民にとって意味のある景観を保全するために、その景観を望む代表的な視点を設定し、そこから眺望をできるだけ損わないように配慮することが必要である。

(図-4) 送電線が景観に及ぼす影響の分析

ファクター	カテゴリ	カテゴリースコア						
		-3 (1)	-2 (2)	-1 (3)	0 (4)	+1 (5)	+2 (6)	+3 (7)*
視 角	13° 以上							
	7 ～ 13°							
	3.5 ～ 7°							
	2 ～ 3.5°							
	2° 以下							
ミルエット	な る							
	ならない							
色 彩	レ ン ジ							
	な し							
	環境融和							
	紅 白							
土 地 利 用	レ ン ジ							
	住宅・市街地							
	田園地域							
	自然地域							
レ ン ジ								

データの平均 4.713, 重相関係数 0.903

* () 内の数値はレンジの大きさを示す。

視点として次のような場所が考えられる。

- ・観光地、自然風景地の展望台や眺望の優れているところ。観光地内の主要宿泊施設地区。
- ・道路、鉄道沿線：道路については観光道路や交通量の多い国道クラスを対象にする。
- ・地域の人々が集まる地点：公園、広場、城跡など地域住民の憩いの場となっているところ。
- ・ハイキング・登山ルート：ルート上の展望のよいところ、休憩所のあるところ
- ・その他：地域にとって由緒のある場所や駅前、交通ターミナル、高速道路のインターチェンジなど外部から訪れる人の地域に対する第一印象を形づくるような場所

以上に述べたような場所は視点として設定する可能性のある場所である。これらの視点のうち一定の基準を満たすものを評価の対象とするが、基準については、さらに検討の余地がある。

(2) 各視点からの見え方の予測

設定した視点を中心に一定範囲内のメッシュに鉄塔が建った場合の可視・不可視、シルエットになる・ならないを予測する。予測を行なう範囲は、 $1 \sim 2^\circ$ 位になると景観的に気にならなくなることが、先に述べた現地での観察やスライドを使った実験から判断されるので、自然風景地や市街地・住民地等の条件を考慮して $2 \sim 4 \text{ km}$ を設定する。(鉄塔の高さは 70 m とした)

(図-5) は同じ地点から鉄塔の高さを変えて予測したものである。鉄塔高 0 m の例は鉄塔の基部から上へ必ず見えることを示し、 40 m の例は鉄塔の中間から上が見える場合も含めたものであり、 0 m の例に較べシルエットになって見える地点が増加することがわかる。なお、ここでは、 250 m メッシュを用いた作業を進めているが、予測に必要な標高データは国土地理院の作成した国土数値情報を使用しており、標高の読み取りに関わる作業を省略することができた。

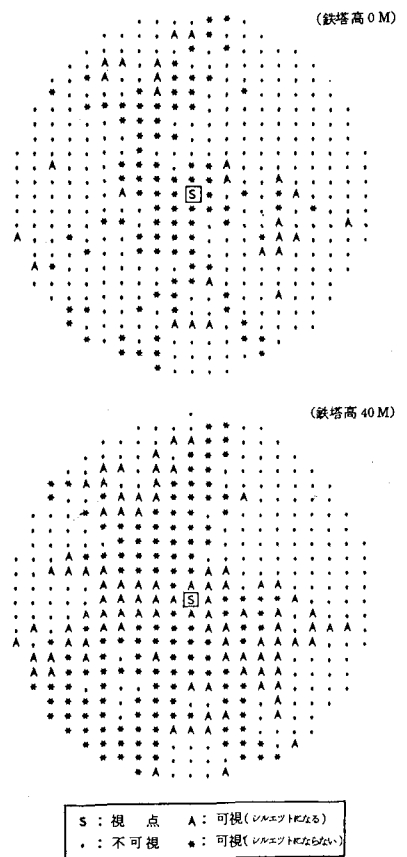
(3) 各メッシュの評点の予測

視点からの見え方の予測と数量化理論工類による分析結果を用いて各メッシュに鉄塔が建った場合の景観影響を把握するためのケーススタディの結果は(図-6)に示すとおりである。予測に必要な情報のうち色彩については「なし」とし、土地利用については外部から与えている。これによって広範囲にわたり景観への影響を検討し、ルート選定への情報として役立てることができると、選定されたルートの代替案に対し、景観的影響を概略評価することも可能になる。 $0 \sim 10$ 点で表わされる影響は次頁に示すような写真の大きさと対応したものとなっており、それらと比較することにより、各視点における影響を概略的に把握することができると、選定されたルートの代替案に対し、景観的影響を概略評価することも可能になる。

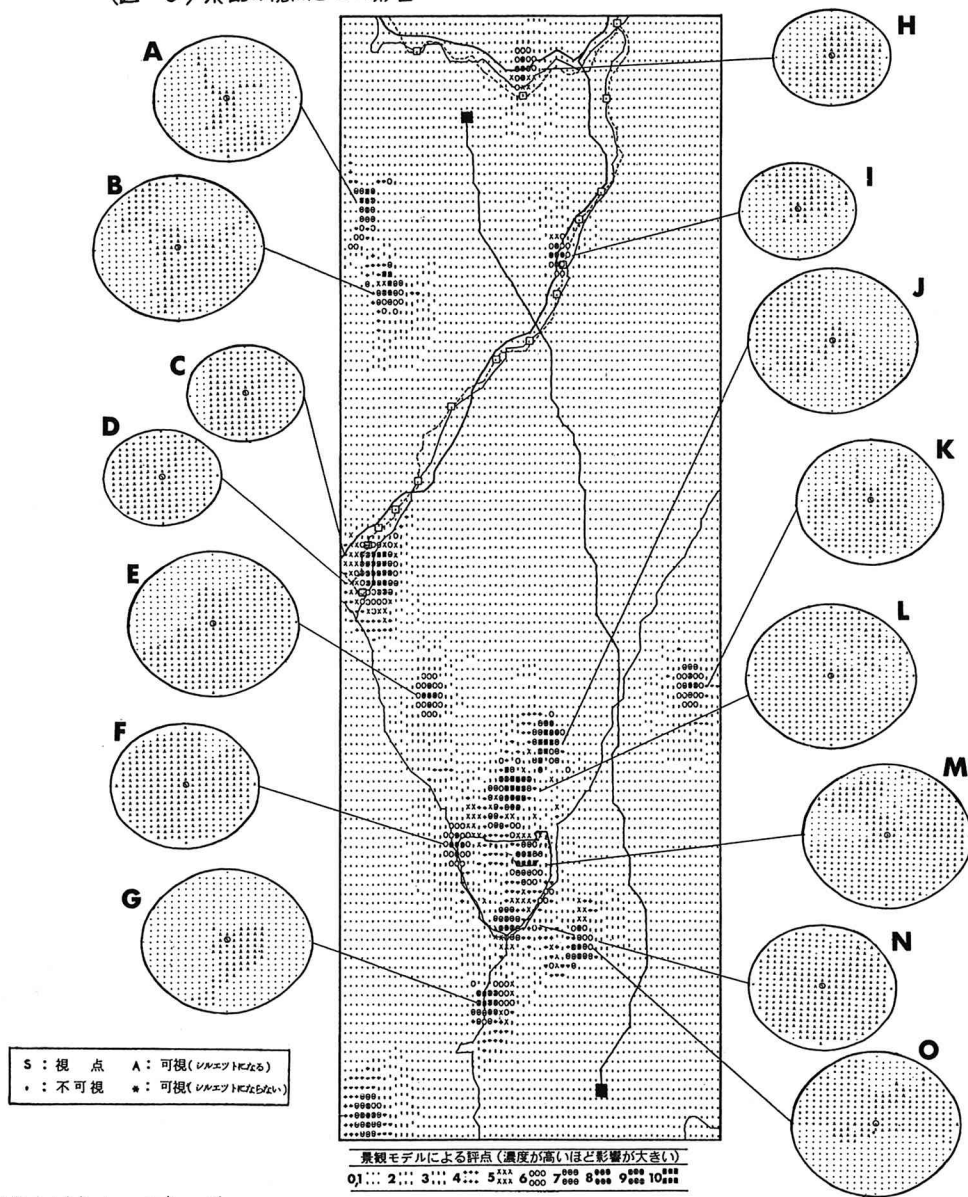
6. おわりに

本研究は、送電線のルート選定にあたり、広い範囲において景観的影響を検討する手法の開発を行ったものである。これにより、未だ荒削りな部分が多いが、今後細部の検討を進めることにより実用化が図れる見通しを得たと考えている。

(図-5) 視点からの見え方の予測



(図-6) 景観の視点とその影響



評価点に対応する写真の例

