

CS-98

送電用鉄塔基礎における性能規定に関する提案

東電設計¹⁾ 神山英幸 斎藤修一 松島学
東京電力²⁾ 大浦篤

1. まえがき 既往の研究報告や最近の知見を参考にして送電用鉄塔基礎に対する性能規定を行い、現行の一般的な設計手法である許容応力度設計法からの設計の合理化を図ろうとするものである。

2. 性能マトリックス 1995年にSEAOC(Structural Engineers Association of California:カリフォルニア構造工学者協会)が発表したVision2000という建築構造物の耐震設計法の将来像を提案した報告に性能設計(Performance based design)の考え方が紹介されて以来、様々な設計コードや論文にも、性能マトリックスをみることができる。Vision2000の最も大きな特徴として構造物の性能を性能マトリックスにより表現することを提案したことである。性能マトリックスでは、構造物の性能はその重要度別に、荷重頻度と損傷程度という2つの軸の上に示される(図-1参照)。Vision2000においては、地震の軸は地震の規模を再現期間で表し、性能の軸は建造物等の施設の機能、安全性等をFully Operational(完全に機能)、Operational、Life safe、Near Collapse(大被害)と表現している。性能マトリックスは、施設の重要度に応じたラインをマトリックス中に描き、その施設に応じた地震の規模と目標性能に対して設計内容を規定しようとしたものである。

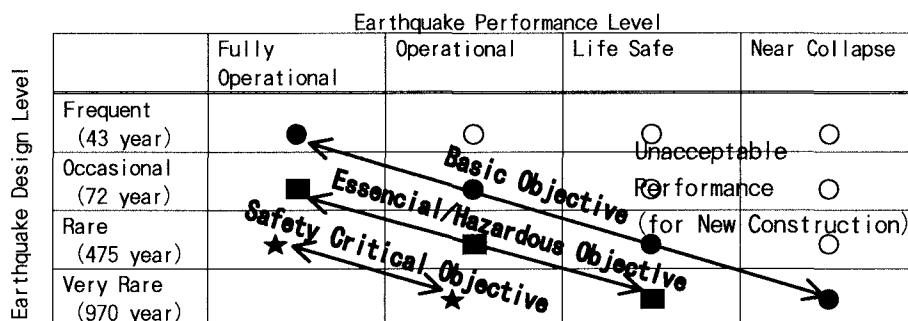


図-1 性能マトリックス(SEAOC Vision2000 1995)[1]

3. 送電用鉄塔基礎における性能マトリックス 本論文においても、性能設計と限界状態設計法を結びつける接点として、性能マトリックスを以下のように提案する。性能マトリックスは、縦軸に荷重頻度、横軸に損傷程度をとるが、損傷程度に限界状態を対応させ、構造物の「重要度」をパラメータとして構造物の性能規定を行う。「重要度」とは、系統上の線路の重要性、規模(電圧等)、送電線の横断箇所等を基に定義し、ここでは、2種類(基幹系統の鉄塔、基幹系統の重要鉄塔)に分類した。送電用鉄塔基礎に関する性能マトリックスを図-2に示す。

送電用鉄塔基礎の場合、風荷重により基礎形状が決定するケースが多いため、風速の大きさにより縦軸の荷重頻度のレベルを以下のように設定した。

・荷重頻度のレベルⅠは、平常時・作業時荷重(17.5m/sec)レベルに相当する再現期間1年とした。耐用期間中に数度、遭遇する程度の荷重レベルとした。

・荷重頻度のレベルⅡは、JEC(Japanese Electrotechnical Committee)の異常時荷重レベルに相当する再現期間50年とした。現行設計における荷重レベルであり、耐用期間中に1回遭遇する荷重レベルとした。

・荷重頻度のレベルⅢは、現状の重要度係数を考慮し、再現期間150~200年とした。

キーワード：性能照査型設計、性能規定、性能マトリックス

1) 〒110-0015 東京都台東区東上野 3-3-3 TEL 03-5818-7577 FAX 03-5818-7585

2) 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 1-1-3 TEL 03-3501-8111 FAX 03-3596-8574

レベル	①完全に 使用可	②使用可	③補修限界	④終局
I. 時々1/10yr (平常時・作業時)				
II. まれ1/50yr (強風時・着雪時)				
III. ごくまれ 1/150～1/200yr				

図-2 送電用鉄塔基礎に関する性能マトリックス

横軸の限界状態は、現状の種々の設計標準等を参考にして、以下のように設定した。

- ・完全に使用可：曲げひび割れ発生程度とし、基本的には全く異常がなく、継続的に使用可能な状態。
- ・使用可：柱体天端部にひび割れや地盤の変状、鉄塔材の一部に変形が確認できるが、使用可能な状態。
- ・補修限界：現行の設計レベル程度にあり、補修・補強により回復可能な状態。
- ・終局：じん性破壊等を考慮し、破壊に至る（鉄塔の倒壊）直前までの状態。

4. 破壊モードの設定 性能マトリックスでは、他段階の性能に対し、基礎構造物の限界状態を対応させるため、安定問題、断面耐力の各々の荷重～変位関係においてレベル①～④がどのような限界状態（損傷程度）に対応するかについて、具体的な例を以下に示す。

（1）安定問題 (a)杭の引揚支持力：①弾性限界、②降伏耐力限界、③最大耐力限界に相当し破壊に至るものと考えられる。杭の引揚支持力のように、極限周面摩擦力が発揮された最大耐力に達した後、抵抗する地盤が存在しないため、直ちに、破壊に至るというぜい性的な破壊モードとなる（図-3参照）。(b)杭の水平支持力：①～③については引揚支持力の場合と同様となり、④大変形限界に相当し破壊に至るものと考えられる。杭の水平支持力のように最大耐力が発現した後も地盤の抵抗が残存するため、一定の耐力を保持し破壊に至るというじん性的な破壊モードとなる。地盤を弾塑性モデルとすることでじん性を考慮することが可能となる（図-4参照）。

（2）断面耐力 (a)床板の押抜きせん断：①曲げひびわれ発生、②せん断ひび割れ発生（せん断補強筋がない場合、せん断耐力に相当する）、③最大耐力に相当し破壊に至るものと考えられる。杭基礎床板部のいかり材定着や杭による床板の押抜きせん断のようにせん断により破壊する場合には、ぜい性的な破壊モードとなる（図-3参照）。(b)杭体の曲げ耐力：杭頭部に塑性ヒンジが形成されることにより大変形が可能となり、①曲げひびわれ発生、②鉄筋降伏耐力、③最大耐力、④大変形限界に相当し、破壊に至るものと考えられる。床板や杭部の曲げ耐力等の場合にはじん性的な破壊モードとなり、構造体に一定の軸力が載荷されている場合には、ある程度のじん性を考慮することが可能となる（図-4参照）。

<引用文献>[1] SEAOC Vision2000 1995

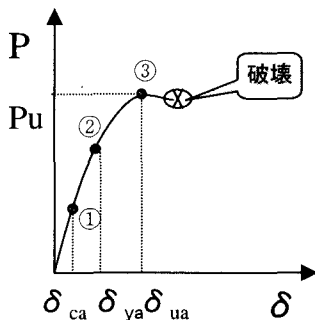


図-3 荷重～変位関係

（杭の引揚支持力、床板の押抜きせん断の場合）

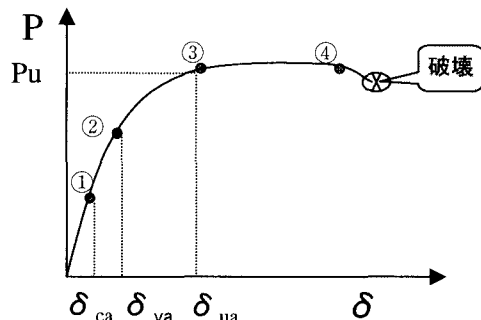


図-4 荷重～変位関係

（杭の水平支持力、杭体の曲げ耐力の場合）