

コンクリート電柱の保全判定手法の提案

電力技術研究部 電車線構造研究室

副主任研究員 常本 瑞樹



背景および目的

背景

- ・鉄道電化柱等として本格的に導入されて50年以上経過
- ・寿命は60年程度と想定する事業者が多い
- ・取替計画策定のための根拠や基準が求められている

鉄道技術推進センターの調査研究事業(平成22年度)

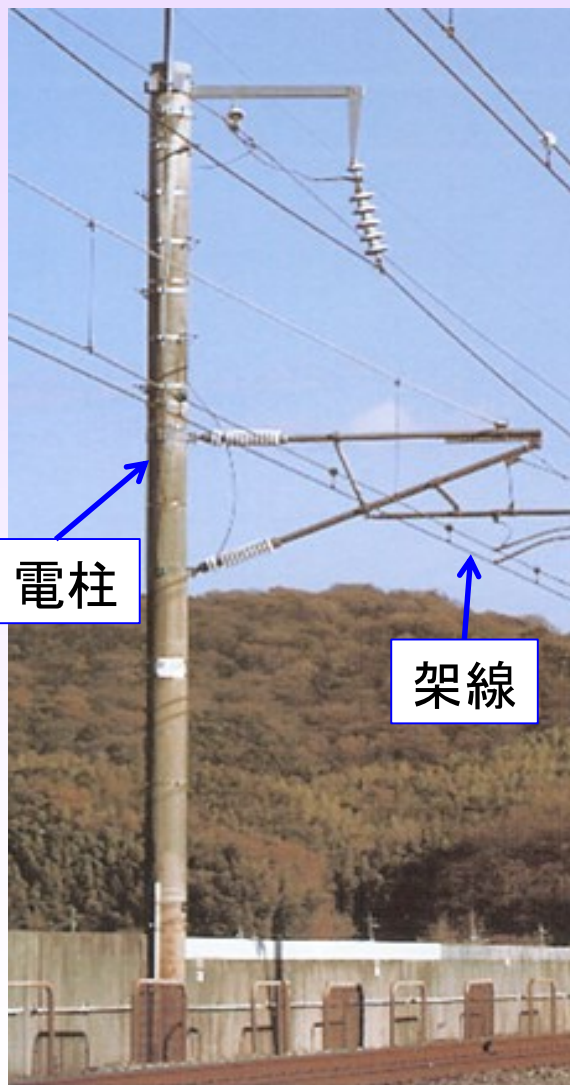
「コンクリート柱の維持管理に関する調査研究」

実施事項:事業者へのアンケート調査, 関連文献等の調査

目的

コンクリート電柱の劣化過程を解明
コンクリート電柱の取替基準を提案

■ コンクリート電柱の概要



□ 保守、管理

- ・様々な荷重に対する**強度**が必要
架線や金具の支持、風雪、地震等
- ・計画的な建替が必要
多大な労力、夜間作業

□ 歴史・導入時期

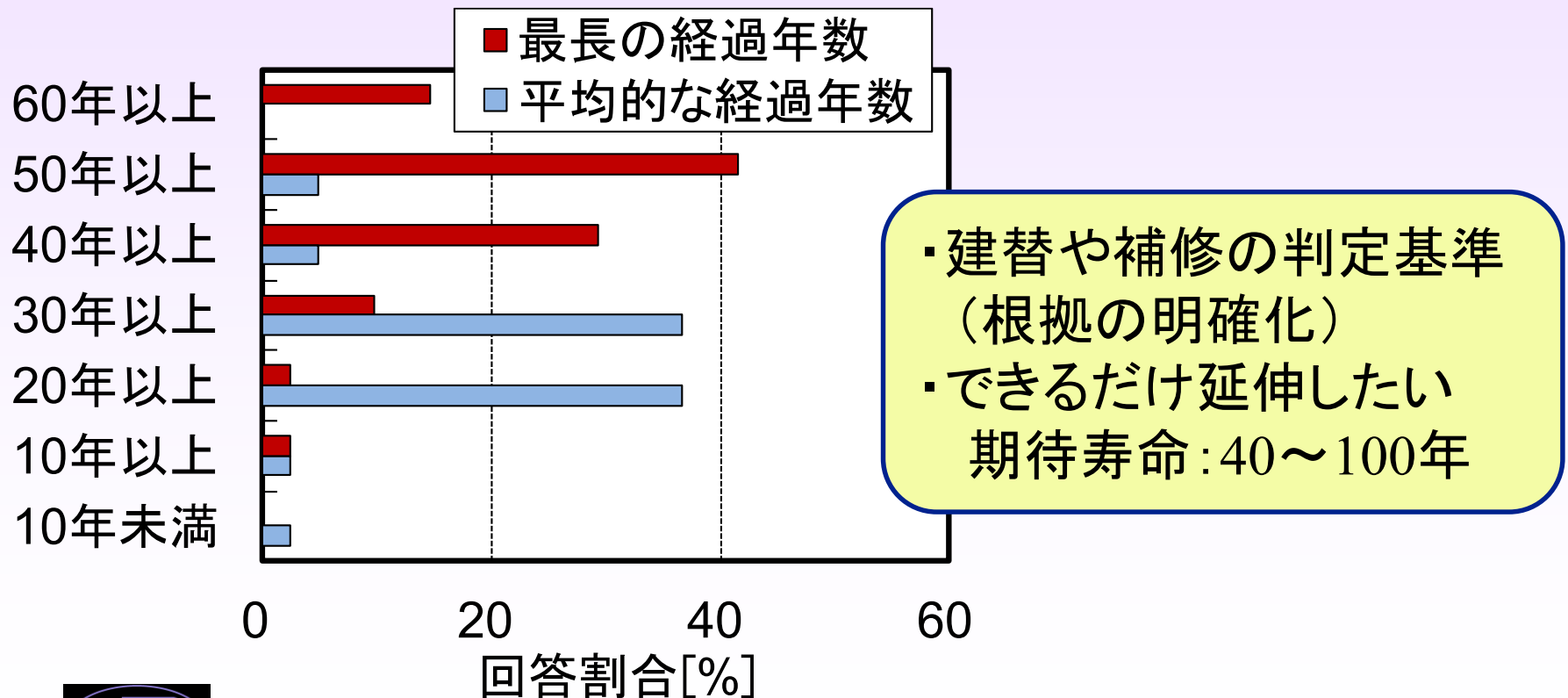
- ・1922年頃：現場打ち柱が導入
- ・1934年頃：遠心成形柱の工場生産開始
木材需給対策が閣議決定（1951年）
工場の生産技術も向上
→鉄道に本格導入へ

※本発表では工場生産の遠心成形柱を対象

■ コンクリート電柱の設備実態

- ・経過年数：最長40～50年程度、平均20～30年程度
- ・建替標準年数：明確に定めている事業者は15%程度

コンクリート柱の使用経過年数（鉄道技術推進センター調査結果）



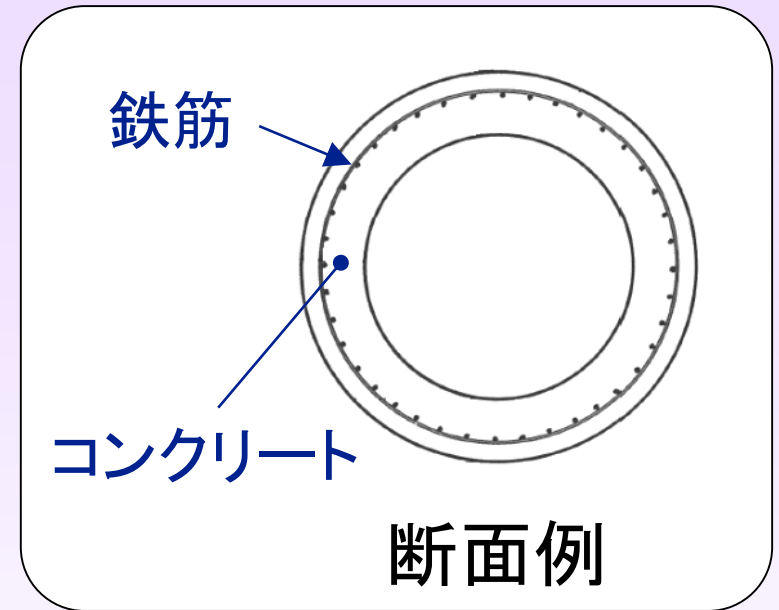
■ コンクリート電柱の性能と強度低下要因

鉄筋 ※PC鋼材も含む

- ・引張方向の強度を分担
- ・剛性を高めて曲がり難くする

コンクリート

- ・圧縮方向の強度を分担
- ・断面形状を保持して機能を維持
- ・鉄筋を腐食から守る

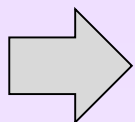


強度低下要因

- ・鉄筋: 腐食による減肉や破断
- ・コンクリート: はく離、大ひび割れ
(鉄筋腐食による膨張)

鉄筋腐食・コンクリートはく離の要因

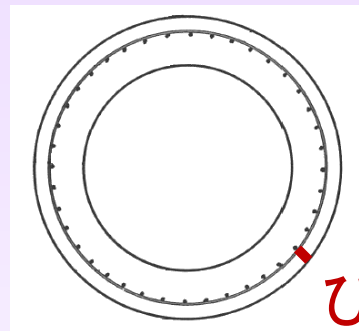
ひび割れ



鉄筋腐食・コンクリートはく離

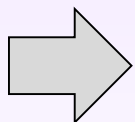
ひび割れ箇所のみ，進行性少ない

➤ 取替基準：変状箇所の**強度評価**



ひび割れ

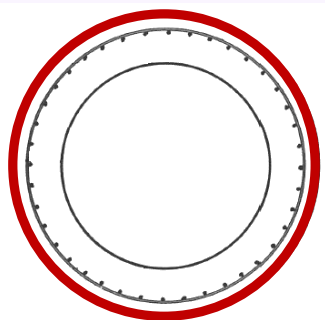
中性化・
塩化物イオン



鉄筋腐食・ひび割れ・コンクリートはく離

電柱全体で進行

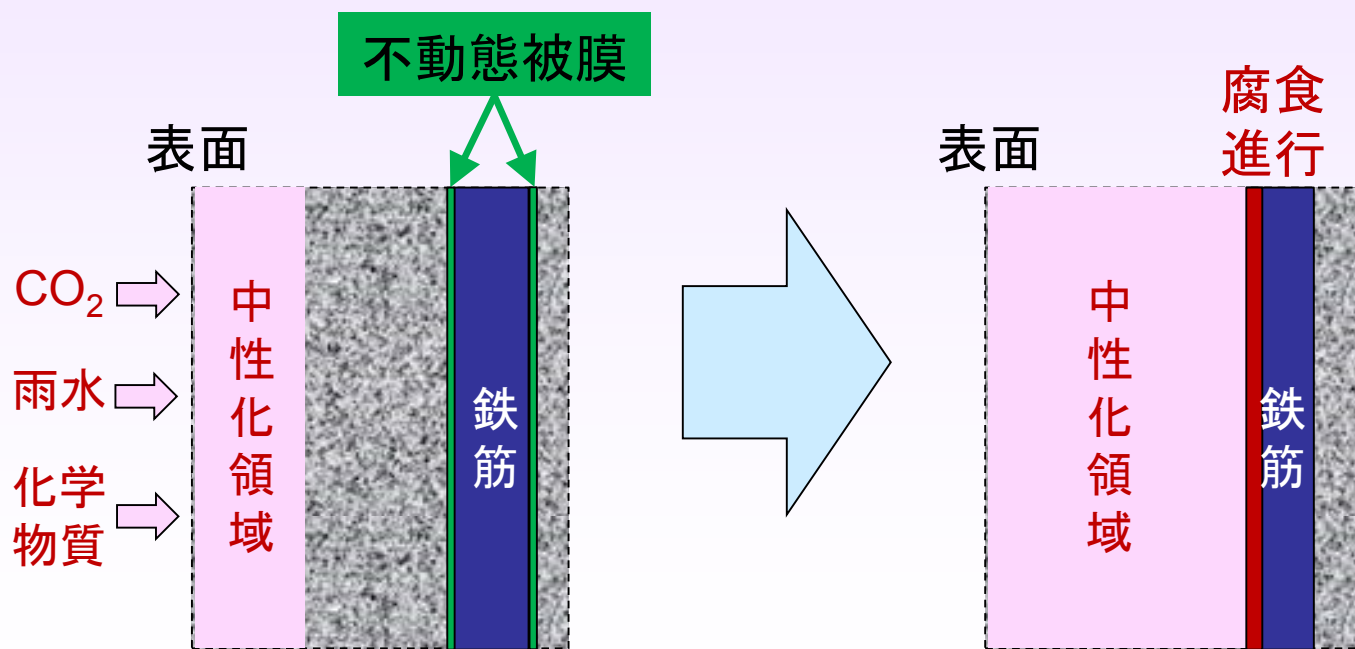
➤ 取替基準：材料劣化**年数**（劣化速度）



中性化・塩化物イオン
（表面から内部へ進行）

■ コンクリートの中性化

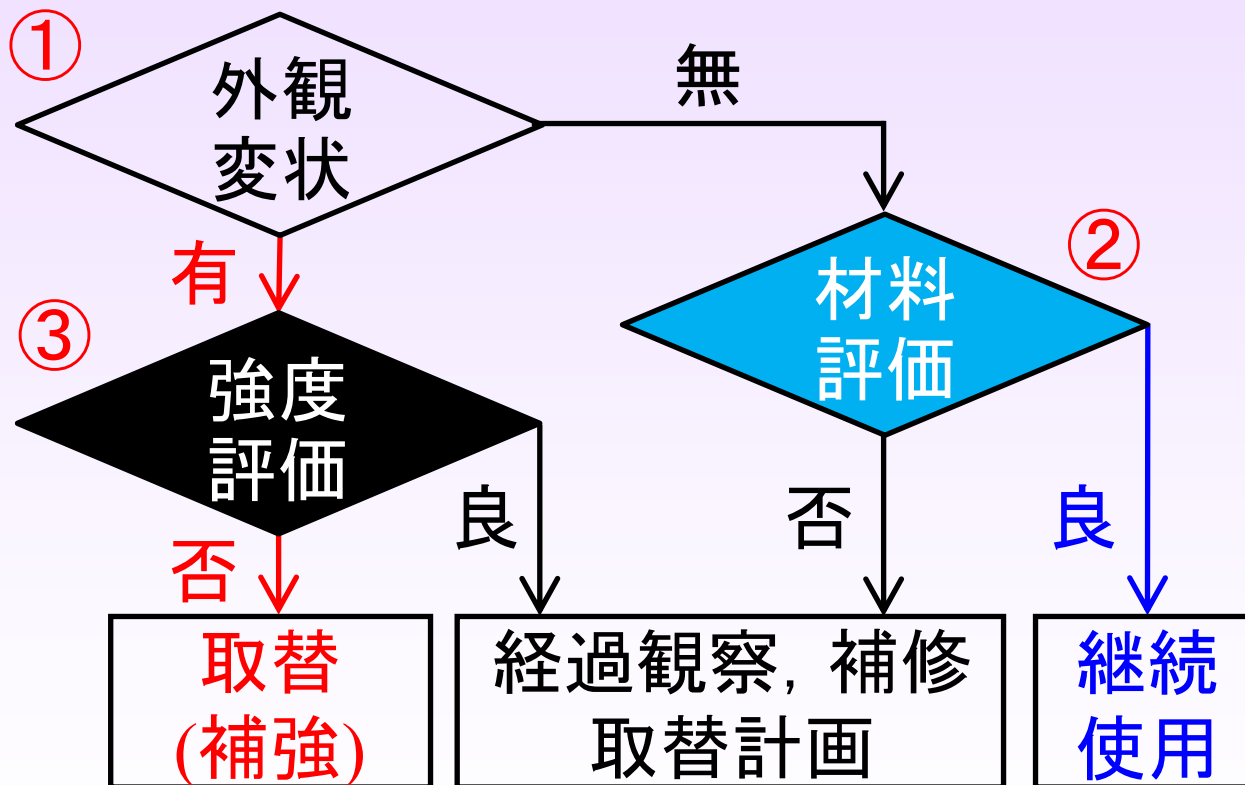
- ・コンクリートは打設当初は強アルカリ性
→鉄筋は不動態被膜を形成して腐食が進行しない
- ・中性化すると不動態被膜が破壊され腐食進行
- ・コンクリートの特性(水セメント比)、環境が影響



■ コンクリート電柱の取替判定フロー

劣化過程：ひび割れ先行型（ひび割れ→鉄筋腐食）

→ 外観からの変状を確認



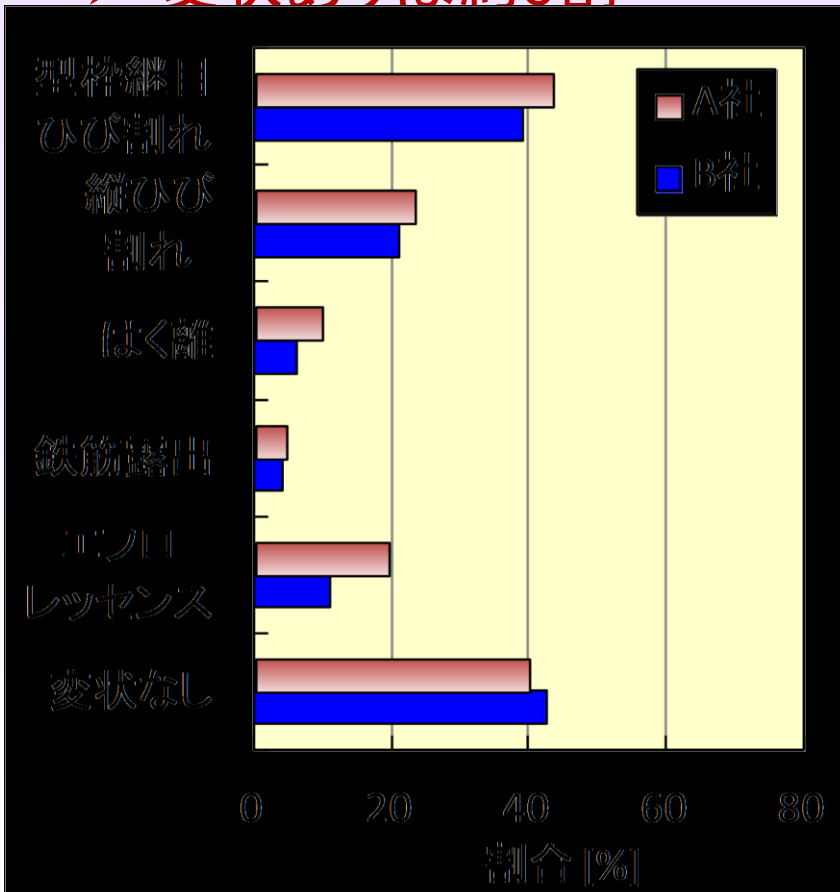
電柱取替判定フローの概要

コンクリート電柱の変状分類

営業線における電柱約500本の劣化状況調査

➤ 会社によらず同一傾向

➤ 変状ありは約6割



型枠継目
ひび割れ



はく離



鉄筋露出

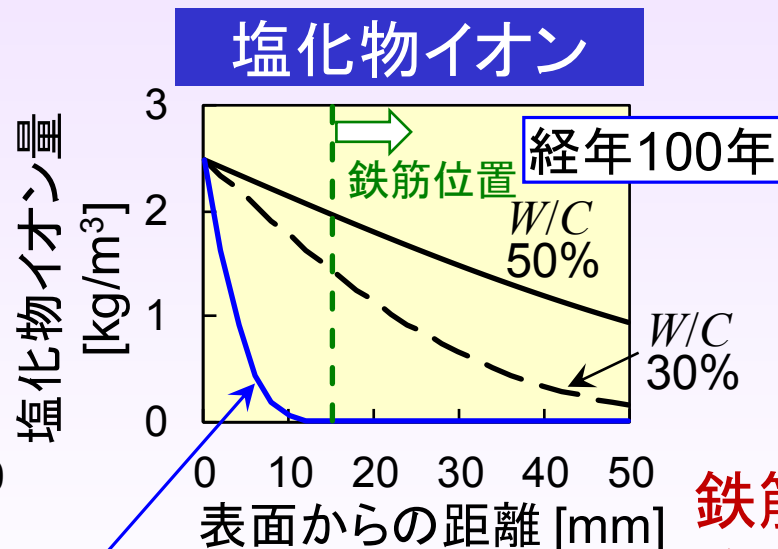
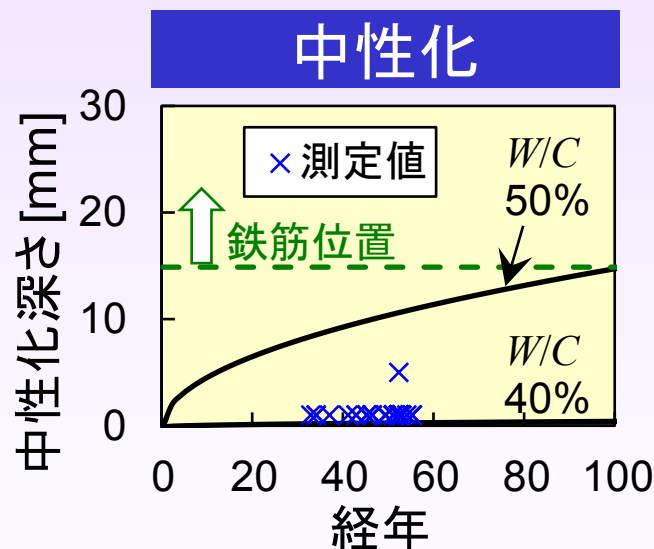
コンクリート電柱の材料劣化状況

撤去柱60本の材料試験

➤ 中性化・塩化物イオンの進行は極めて遅い

水セメント比 W/C が影響

コンクリート電柱30%以下（土木構造物50%程度）



鉄筋露出部のみ腐食
(他は腐食なし)

測定結果より予測

※鉄筋腐食:

塩化物イオン量 1.2kg/m^3 以上

■ コンクリート電柱の材料評価

➤ 工場生産・遠心成形のため、**水セメント比が低い**特長

⇒ 中性化・塩化物イオンに高い耐性

水セメント比:コンクリート電柱30%以下(土木構造物50%程度)

JIS等の規格値はない

水セメント比の検査

- ✓ 電柱の損傷小
- ✓ 営業線で実施可
- ✓ 判定精度良
- ✓ 低コスト

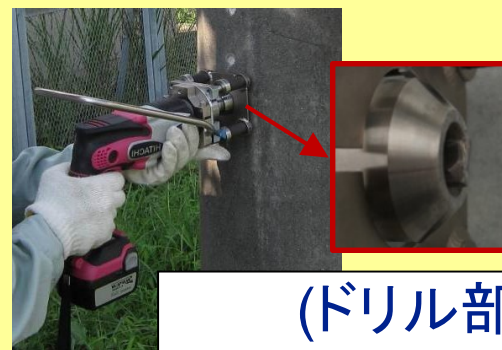
中性化検査→水セメント比

- ✓ ドリル法を検討
- ✓ 中性化深さは1mm未満
表面を精度良く切削する必要
一般ドリル(鋭角)では不可能

電柱中性化検査装置

判定の個人差小

検査部:後処理不要



(ドリル部)

先端平ら, ストップ付



10mm

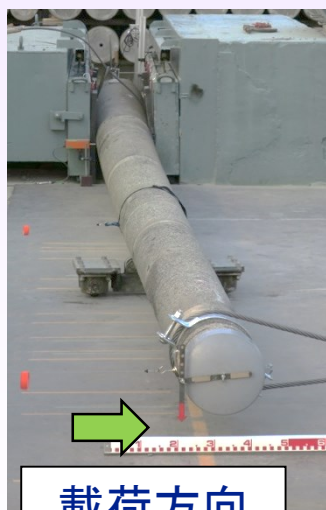
フェノールフタレイン溶液
による判定状況

コンクリート電柱の曲げ試験

撤去柱32本の曲げ試験

- 破壊曲げモーメント M_m (仕様値: 設計値 M_d の2倍)
変状ない柱: 設計値 M_d の2.7~3.5倍 (平均2.9倍)
- 経年による強度低下はみられない

破壊曲げモーメント比 M_m/M_d

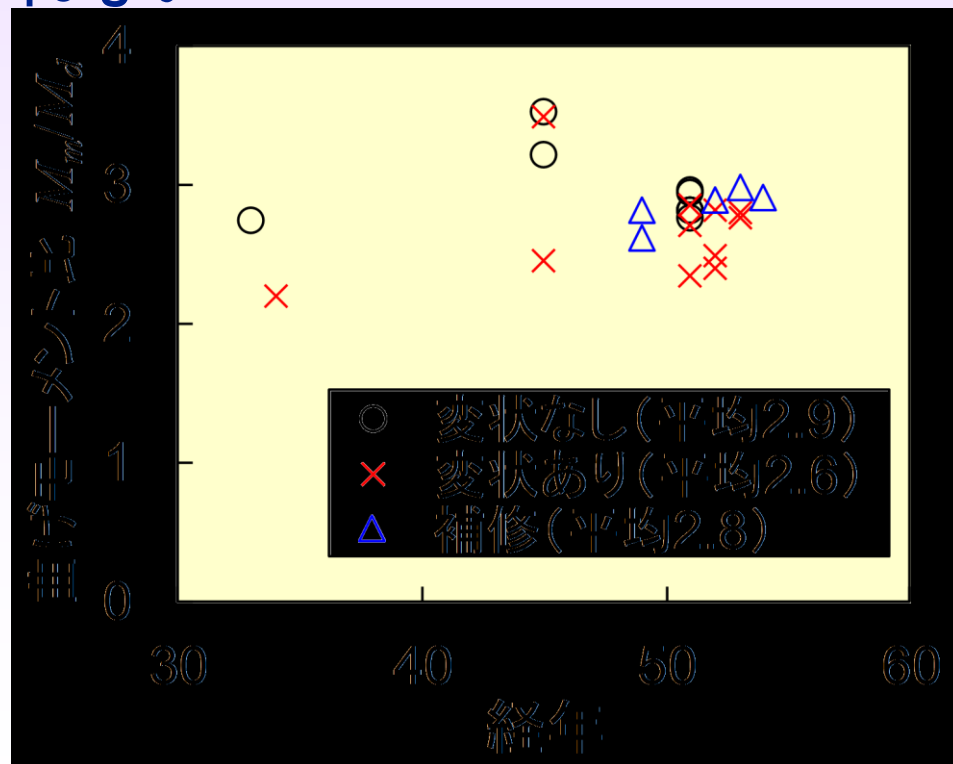


載荷方向

変状なし: 2.7~3.5
(平均2.9)

鉄筋腐食: 2.4

全体縦ひび: 2.2



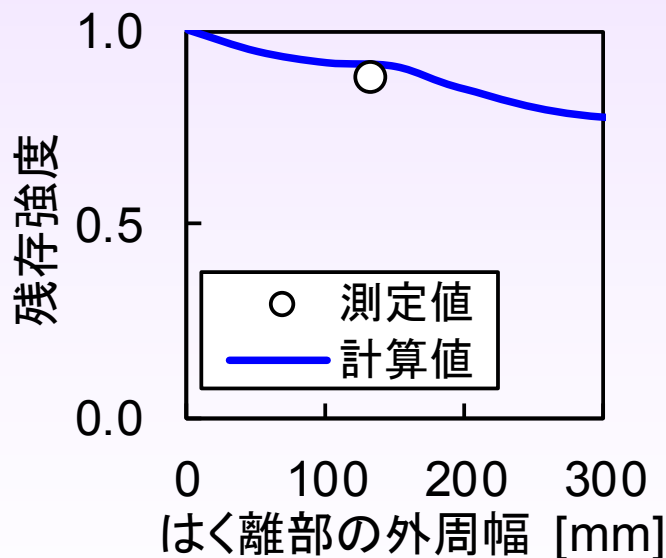
コンクリート電柱の残存強度予測

➤ 残存強度の計算値と測定値を比較

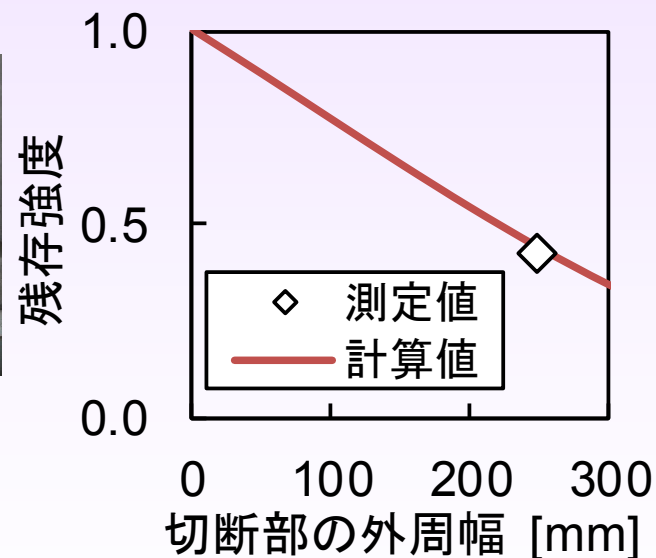
➤ 計算値は測定値と良い一致

→ **残存強度予測可能**

かぶりコンクリートはつり



鉄筋切断

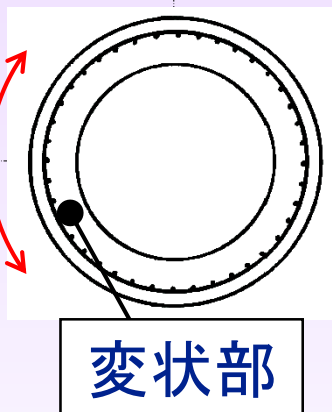


※残存強度：変状あり／変状なし

コンクリート電柱の強度評価

予想される荷重に対して破壊荷重は**安全率2以上**

「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」の解釈基準



(1) 当該電柱の情報

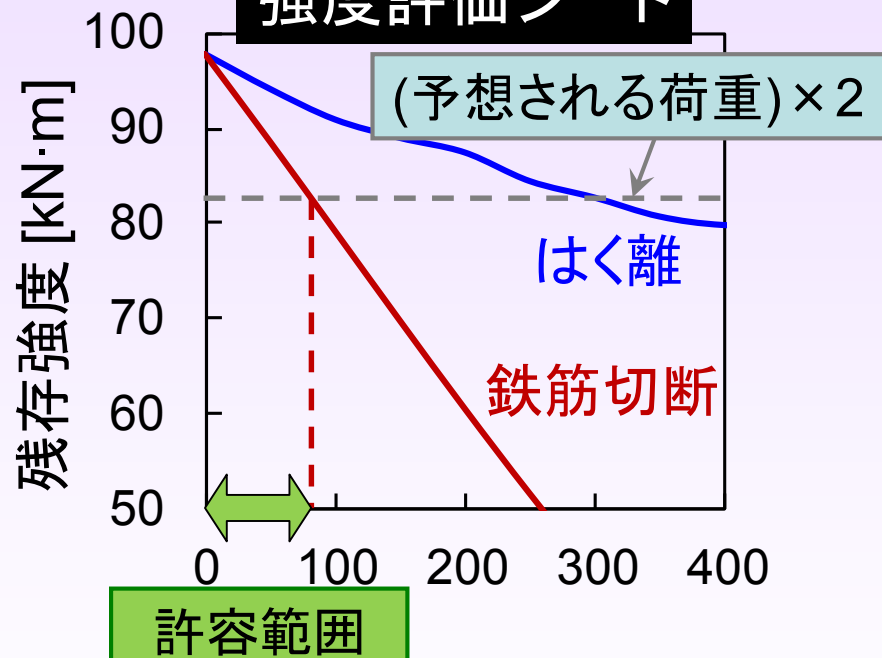
- ✓ 種別
- ✓ 予想される荷重
- ✓ 劣化状況(変状部の外周幅)

(2) 強度評価シートで評価

【良】外周幅: 許容範囲以内

【否】外周幅: 許容範囲外→取替

強度評価シート



はく離, 切断部の外周幅 [mm]

※種別11-19-C45の例

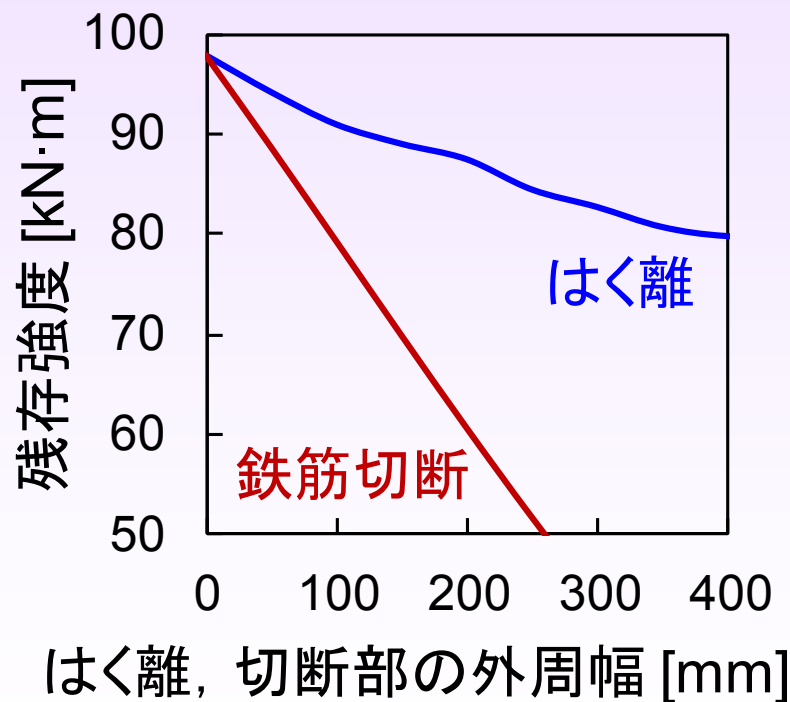
※代表的な種別について用意



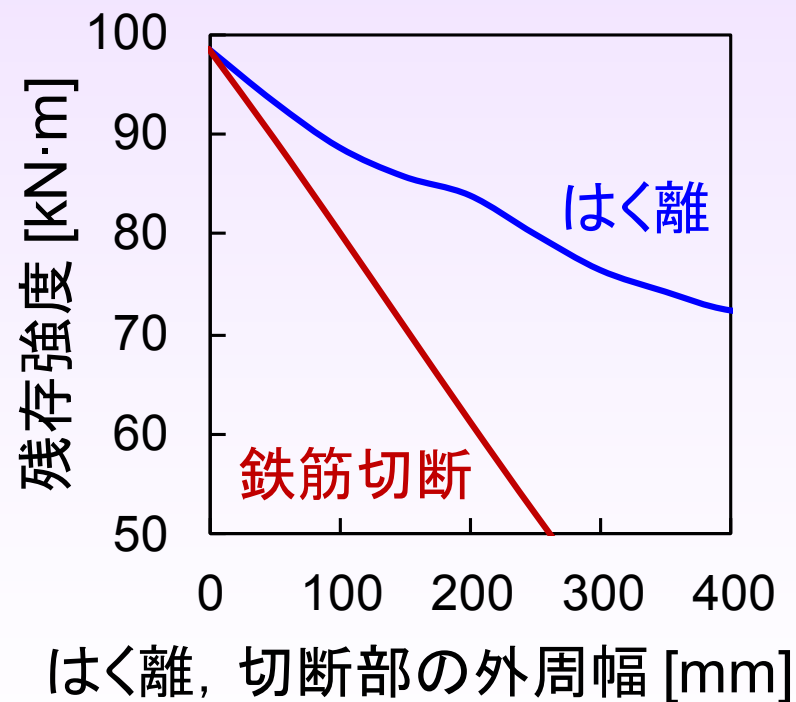
■ コンクリート電柱の強度評価

- 強度評価シートは種別ごとに作成
初期強度は同等でも強度低下傾向は異なる

種別11-19-C45



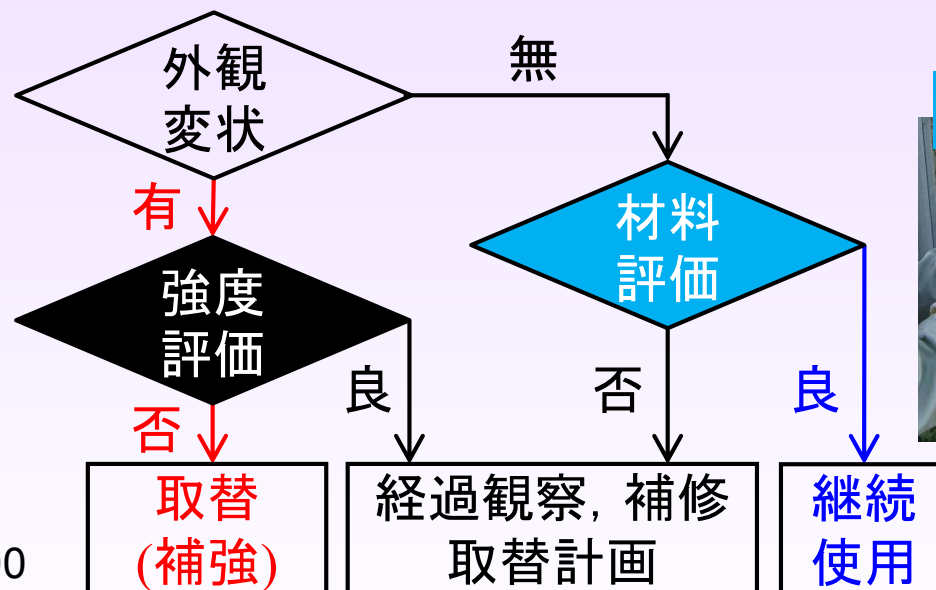
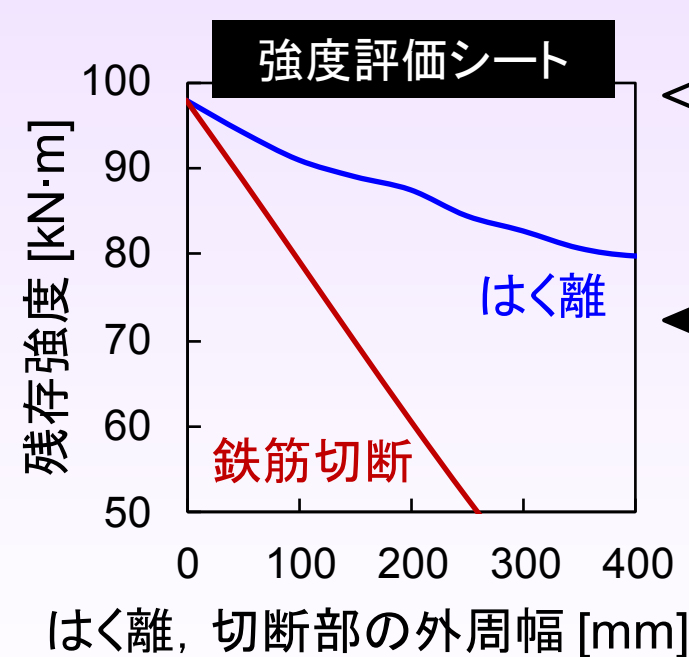
種別11-19-A45



■ まとめ

コンクリート電柱の劣化過程解明, 取替判定フロー提案

- ✓ ひび割れ先行型: ひび割れ→鉄筋腐食等による強度低下
- ✓ 取替基準: 劣化状況に基づく判定



電柱取替判定フローの概要

劣化状況に応じた合理的な電柱取替が可能