

線形計画法を用いた鋼構造物の健全度診断

◆背景

水圧鉄管のような鋼構造物の維持管理をする上では、既存の腐食・磨耗状態が構造に与える影響を適切に評価することが重要となります。水圧鉄管に関する現行の取替え基準は、局部応力評価に基づくため過大評価となる場合があり、全体構造として合理的な健全度診断と対策工の策定が必要とされています。弊社では、最適化手法の一つである線形計画法を用いてこれらのニーズにお応えします。

◆既設構造物の健全度診断

- ☆各種腐食・磨耗パターンが及ぼす影響の定量的な評価
- ☆板厚測定データを反映した構造安定性の診断
- ☆余寿命診断
- ☆設計時からどの程度耐荷力が低下しているのか？
- ☆補強が必要か？（部分補修程度で済むのか？）

◆合理的・経済的な対策工の提案

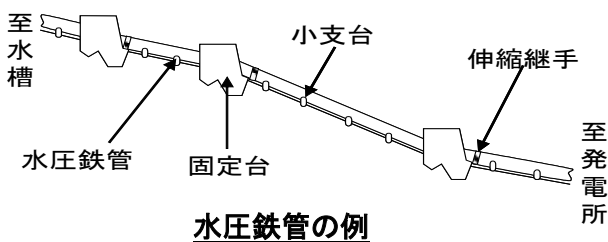
- ☆補強の効果は？（安全性はどの程度確保できたか？）

◆概要

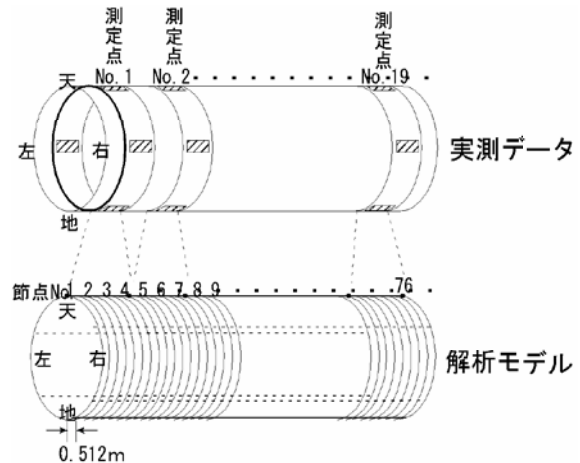
線形計画法に基づく手法によれば、簡単かつスピーディーに構造物の塑性崩壊荷重（最大耐荷力）が算出できるため、限界状態設計法の適用をはじめとする今後の性能照査型の診断に有効なツールとなります。

■塑性崩壊荷重（最大耐荷力）を指標とする健全度評価式を提案

■線形計画法を用いる



水圧鉄管の例



実測板厚データの解析モデルへの反映

$$\gamma = \frac{\mu_{cp} - 1.0}{\mu_{cd} - 1.0} \quad \text{及び} \quad \gamma \geq \gamma_{\min}$$

μ_{cp} = 設計時の極限荷重係数

μ_{cd} = 現状での極限荷重係数

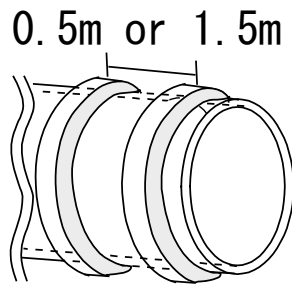
γ = 構造安定性余裕度

γ_{\min} = 限界構造安定性余裕度

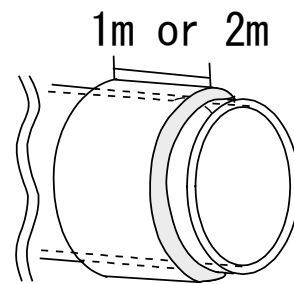
健全度診断式

◆技術ポイント

- 安全性を満足しつつ、延命化が図れる
⇒孔食、溝状、円周状等の腐食形態によって異なる構造耐荷力への影響も考慮できる。
- 簡単・スピーディーに計算可能
⇒計算時間は三次元FEM解析の数十分の一
⇒パッケージ化も可



0.5m, 1.5mピッチで
リング補強



1m, 2m区間をリング補強

【解析例】

補強効果検討ケース	リング補強方法	塑性崩壊荷重係数 μ	判定 LPに基づく安全余裕度 $\gamma = (\mu_1 - 1 / \mu_d - 1) > 0.5775$
Case1	最下端から15mピッチ	1.814	0.536
Case2	最下端から0.5mピッチ	1.841	0.554
Case3	最下端から1.0m区間	1.880	0.580 (有効な補強)
Case4	最下端から2.0m区間	2.057	0.696 (有効な補強)