

電車線柱のゴム充てん基礎の開発

電力技術研究部(電車線構造)

原田 智



発表内容

- 研究の目的・背景
- ゴム充てん基礎の基本構造
- ゴム充てん基礎電車線柱の振動抑制効果
- ゴム充てん基礎電車線柱のモデル化
- ゴム充てん基礎の耐久性
- まとめ

■ 開発の目的

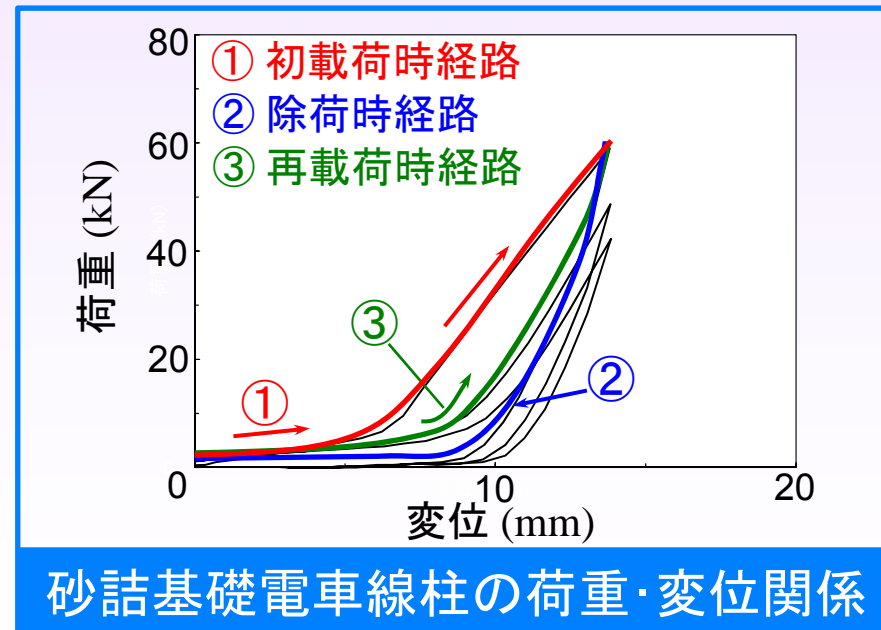
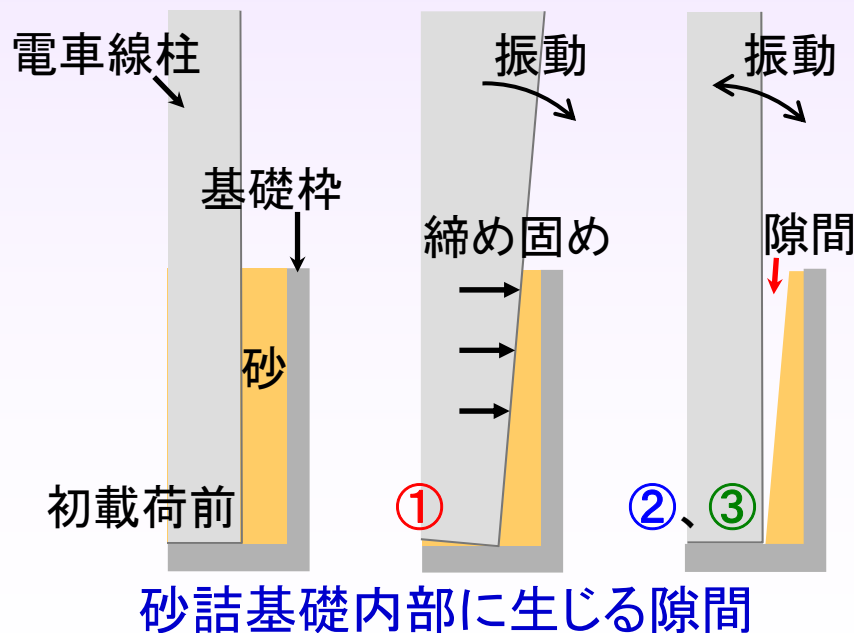
東北地方太平洋沖地震では砂詰基礎の電車線柱でも折損するなどの被害が生じた。そこで、既存の砂詰基礎の構造を再利用した対策工法を開発して施工期間の短縮を図るとともに、耐震性能を向上させることを目的としている。

■ 開発のポイント

- ① 電車線柱の建て替えが不要
- ② 砂をシリコンゴムに入れ替え振動を抑制
- ③ モルタルヒューズに代わる支持装置を開発

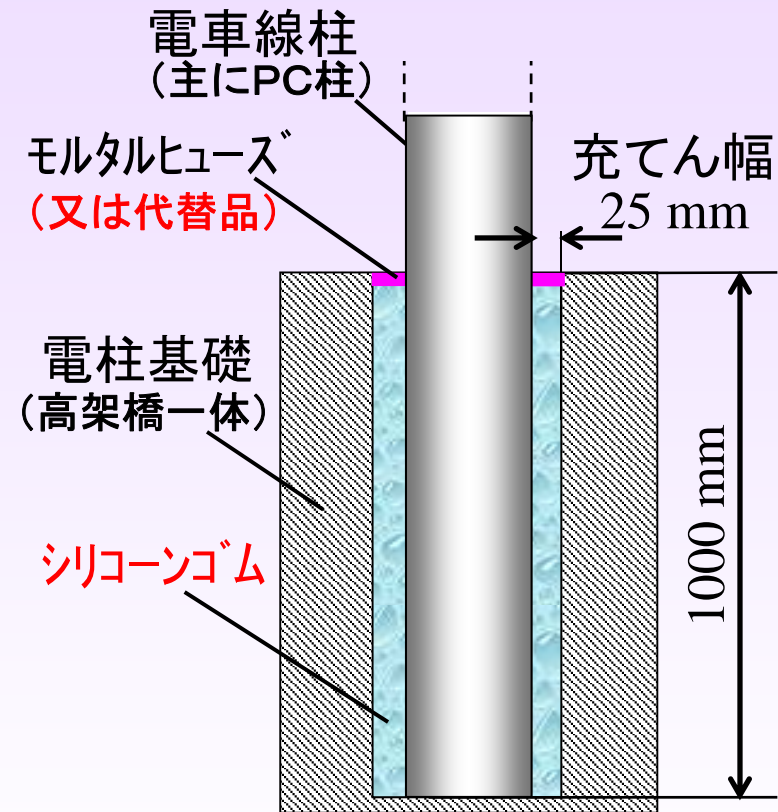
開発の背景（従来の砂詰基礎の課題）

- 東北地方太平洋沖地震で砂詰基礎の電車線柱に折損等の被害発生
- 砂詰基礎の静的載荷実験を実施し、内部の砂が電車線柱に押し固められる事象を確認
- この際に生じる隙間により砂の減衰作用は低下し、電車線柱が砂と再接触すると硬いばねとして作用



■ ゴム充てん基礎電車線柱の基本構造

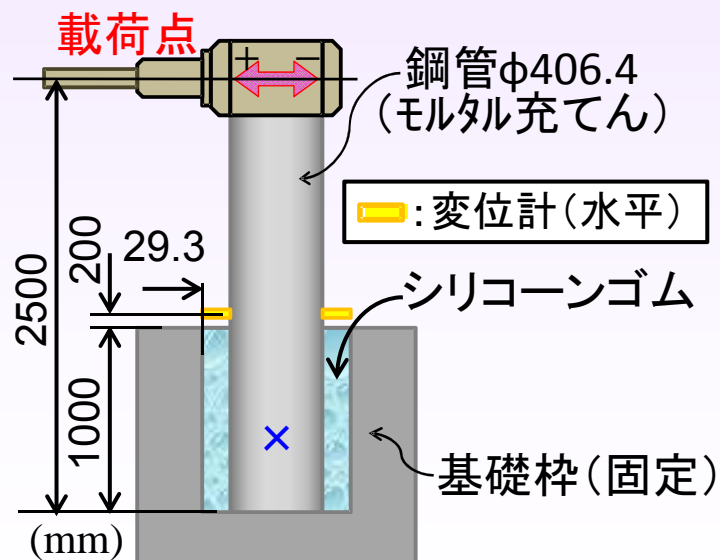
- 既存の砂詰基礎からの置き換えを考慮した構造
- 砂・砂利の代わりにシリコンゴムを充てん
- 地震時には、砂と比較して剛性が小さく隙間が生じないシリコンゴムが電車線柱を支持し、振動を低減する作用を期待



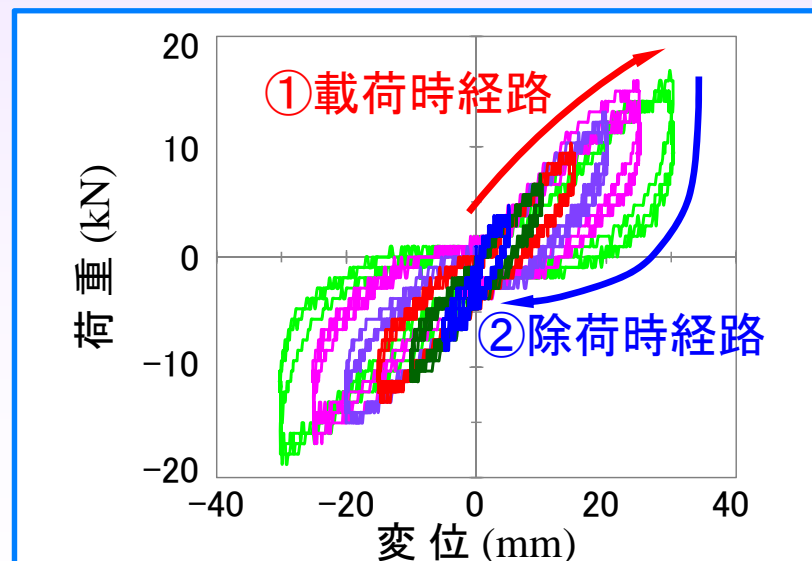
- ✓ ゴム充てん基礎電車線柱の基本特性
 - ✓ 使用環境に対するゴム材の耐久性
- ゴム充てん基礎の基本構造

■ ゴム充てん基礎電車線柱の地震時挙動

- **実物大試験体**による静的載荷実験を実施して荷重・変位を計測し、隙間が生じないことを確認
- 変形が大きくなると除荷時には、**荷重のみが減少する事象**が発生 → **減衰**として作用
- 実験では電車線柱が**回転運動**することを確認



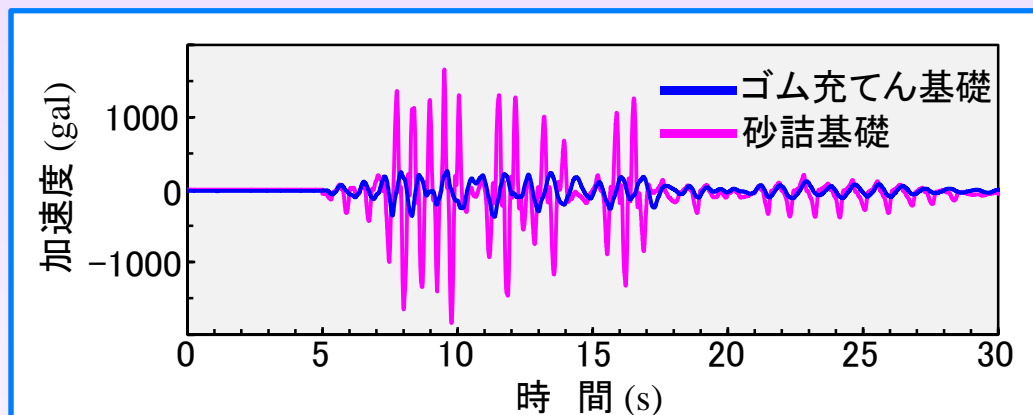
ゴム充てん基礎の実物大試験体



ゴム充てん基礎の荷重・変位関係

■ ゴム充てん基礎の電車線柱振動抑制効果

- 電車線柱の**実物大試験体**を用い、振動台実験を実施
- 砂詰基礎およびゴム充てん基礎の電車線柱を**同時に加振**



実物大試験体の基礎構造による比較

- ✓ 砂詰基礎と比較して応答加速度が**約1/5に低減**
- ✓ ゴム充てん基礎の**電車線柱振動抑制の効果を確認**

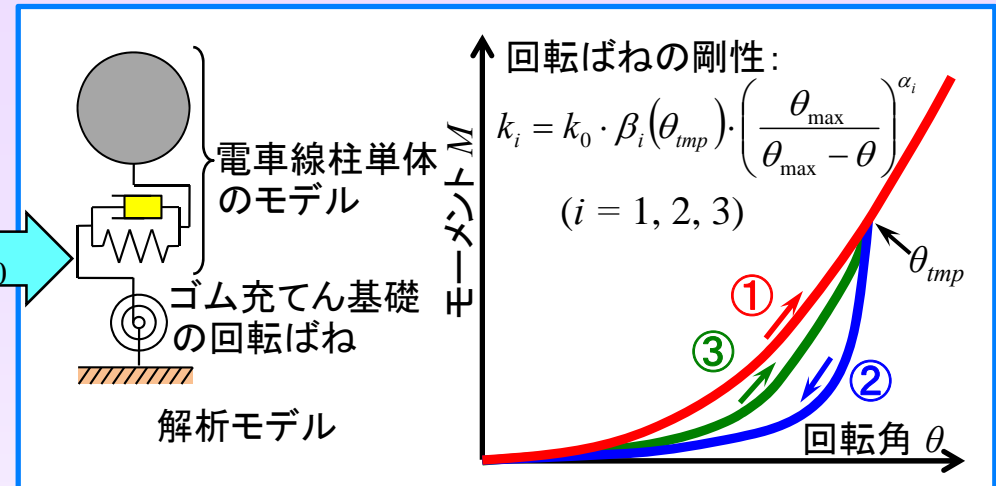
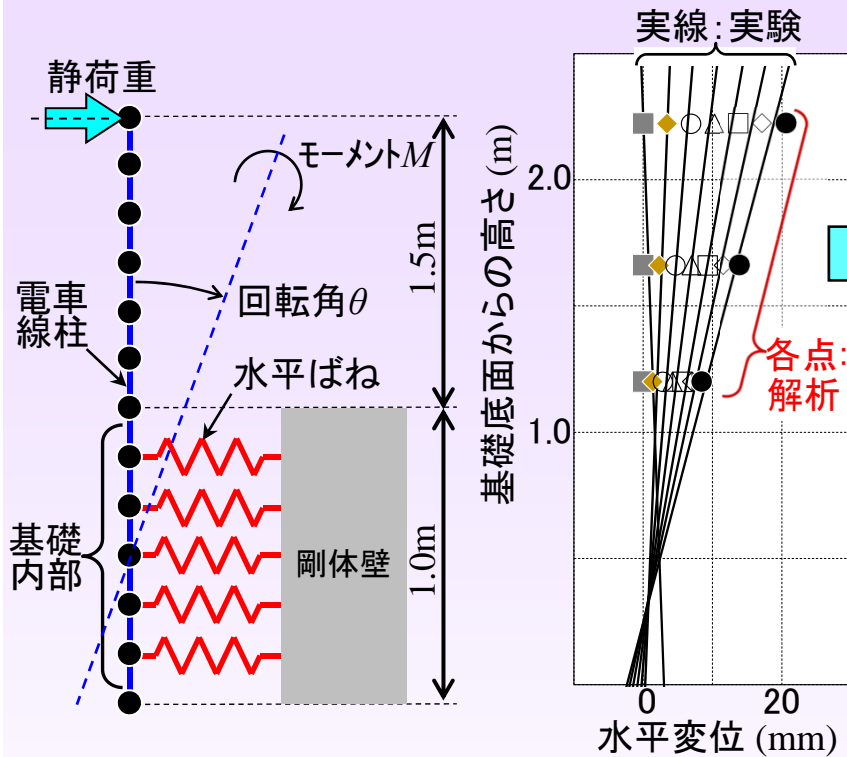


加振後の状態



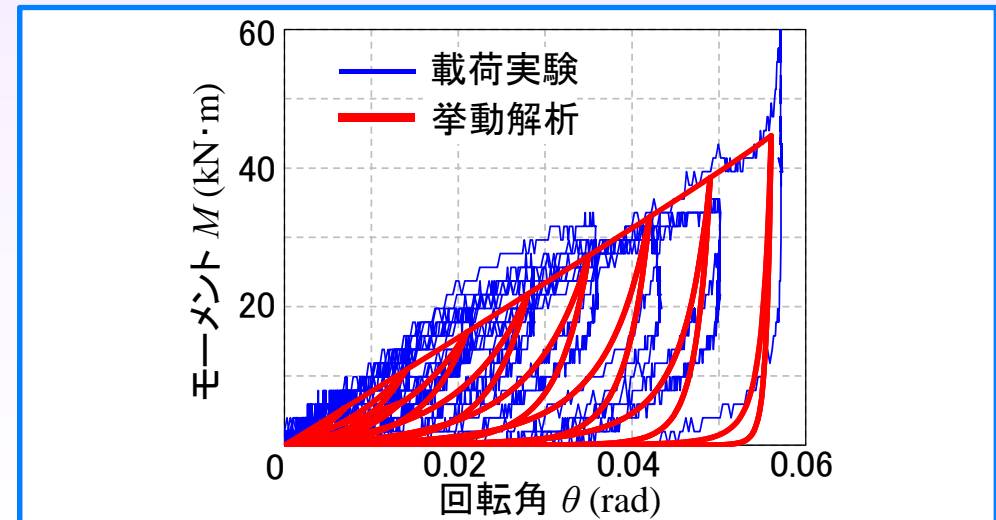
振動台実験の様子

ゴム充てん基礎電車線柱のモデル化



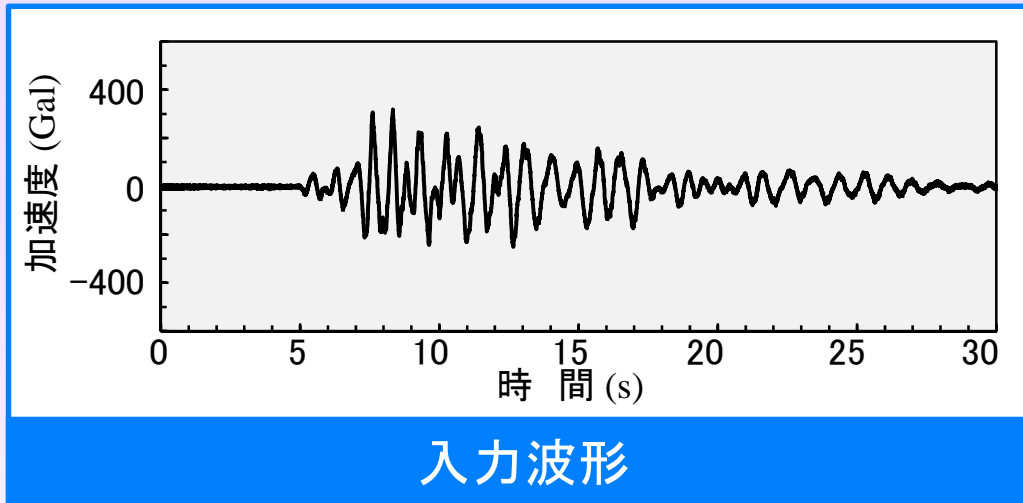
ゴム充てん基礎電車線柱の解析モデル

- 静的載荷実験の微小変形時の挙動から初期剛性 k_0 を算定
- 静的載荷実験の履歴挙動を表現可能な α_1 、 α_2 、 α_3 を同定

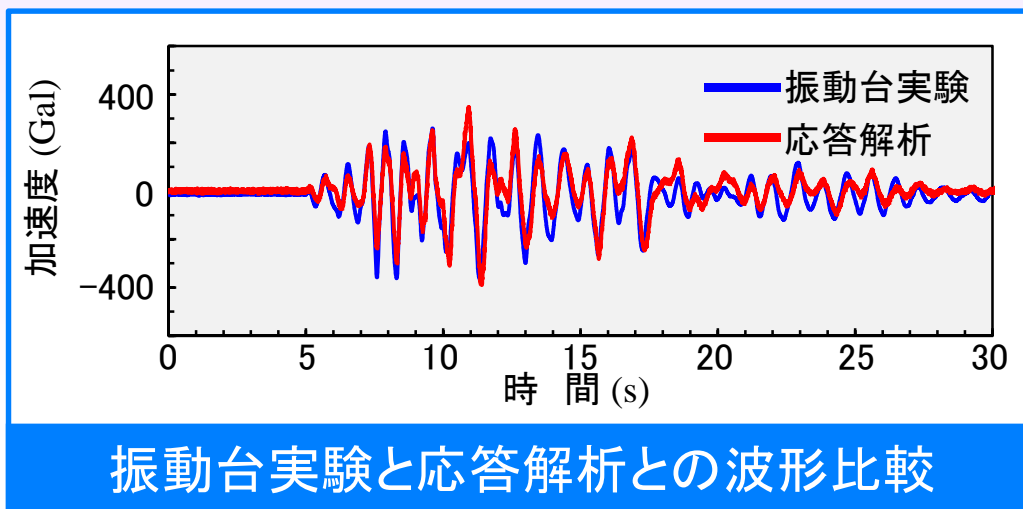


静的載荷実験の挙動解析

構築したモデルを用いた応答解析



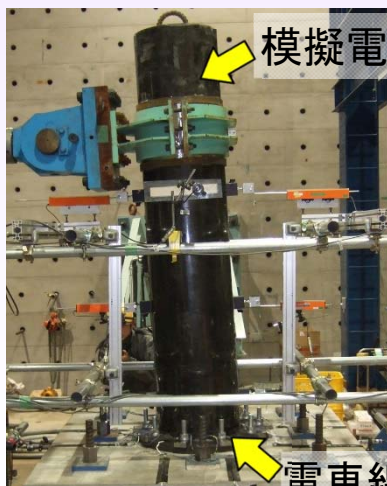
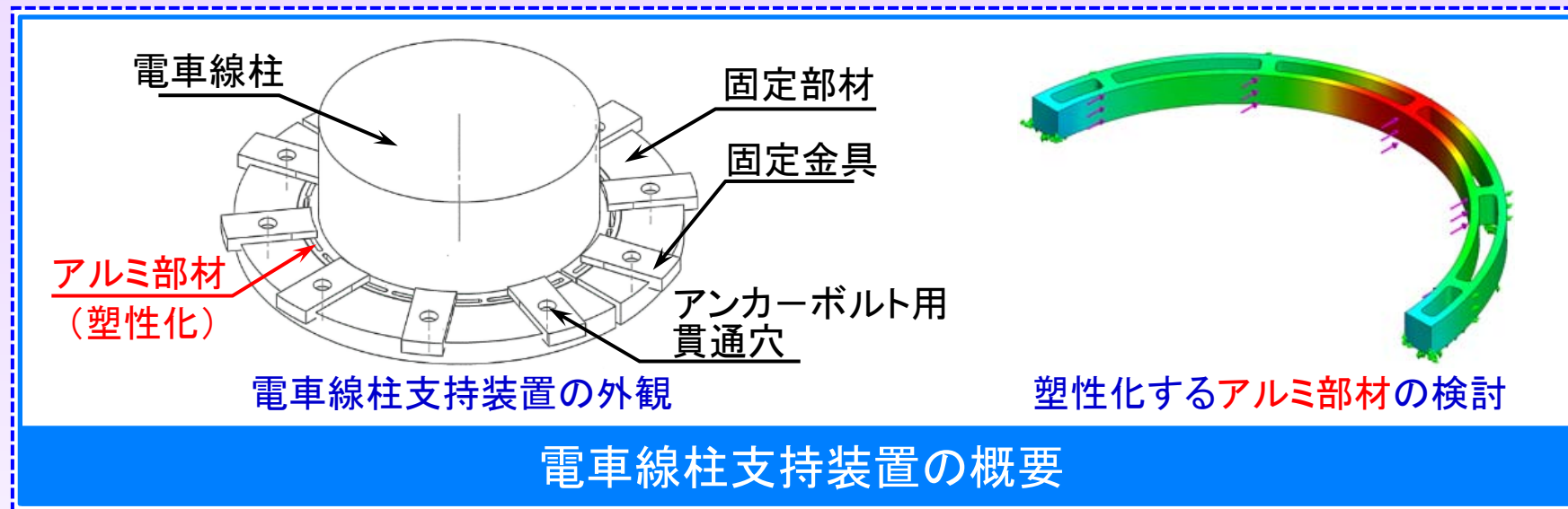
- 地震動波形を振動台、前述の解析モデルにそれぞれ入力してゴム充てん基礎電車線柱の応答波形を比較



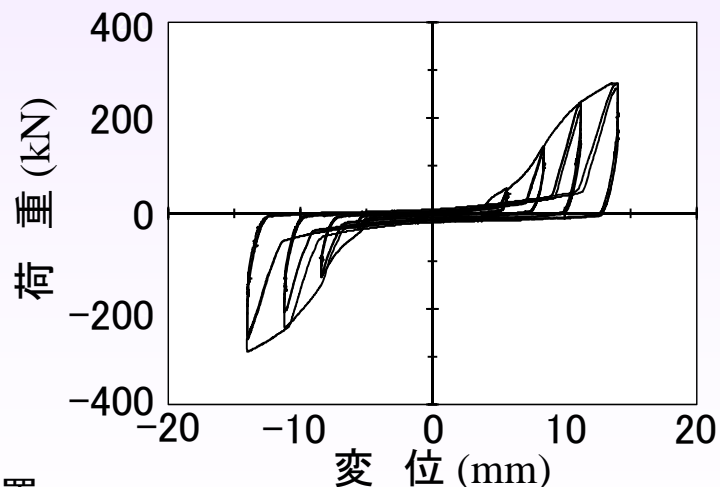
- 実物大試験体による振動台実験の結果と解析モデルによる応答解析の結果が概ね一致

- ✓ 解析モデルの妥当性を確認

電車線柱支持装置の開発



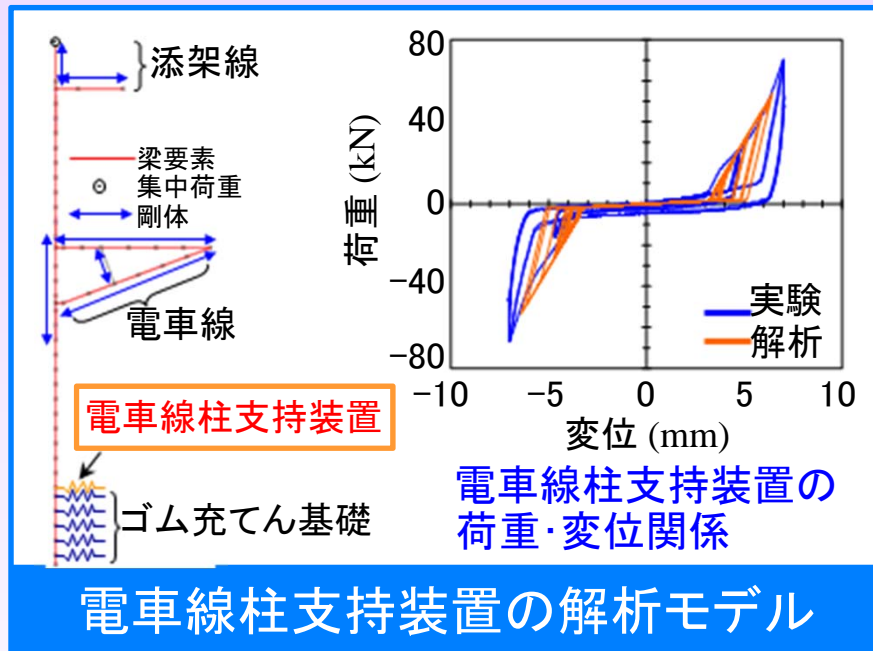
電車線柱支持装置の静的載荷実験



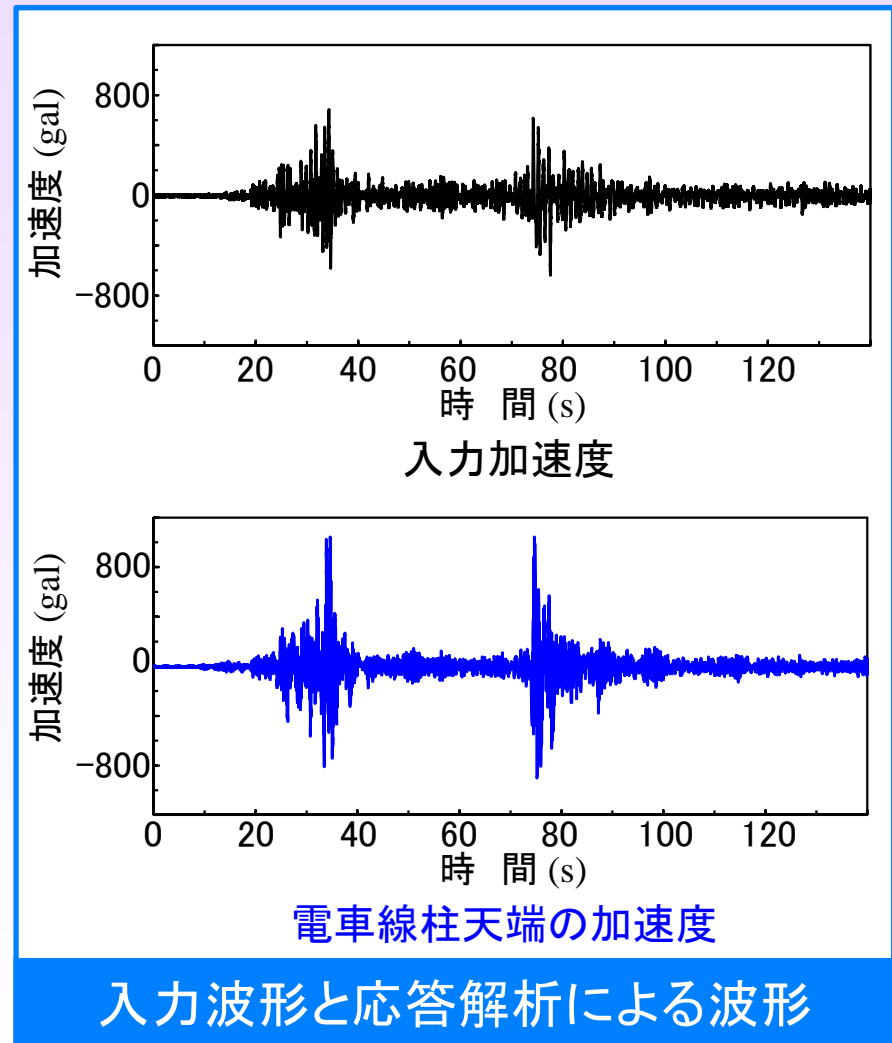
(基礎底面からの高さ1200mm位置)
静的載荷実験の荷重・変位関係

➤ 解析モデルを構築し、応答解析により性能を確認

ゴム充てん基礎の性能評価

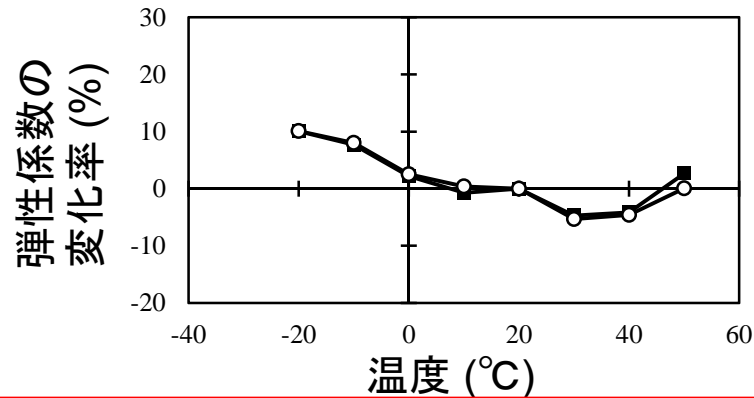


- 電車線柱基部に生じる曲げモーメント、せん断力の最大値は電車線柱の耐力値以下になることを確認
- ✓ 所定の性能を有することを確認



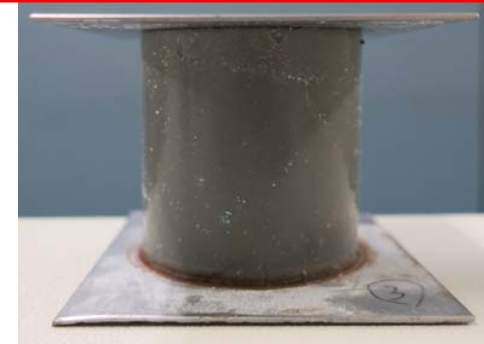
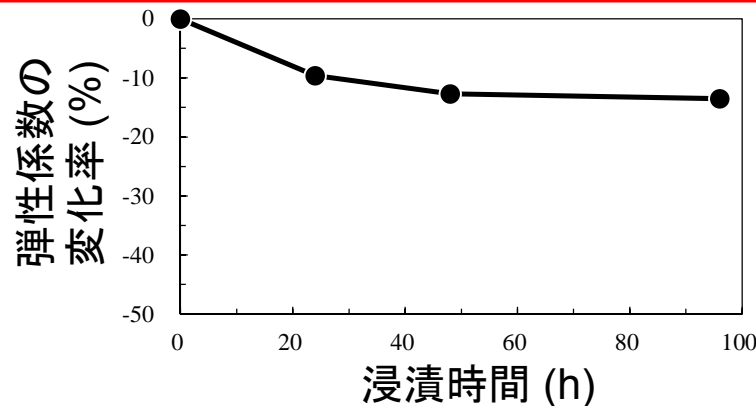
ゴム充てん基礎の耐久性試験 (1)

温度試験



恒温恒湿槽内での弾性係数測定

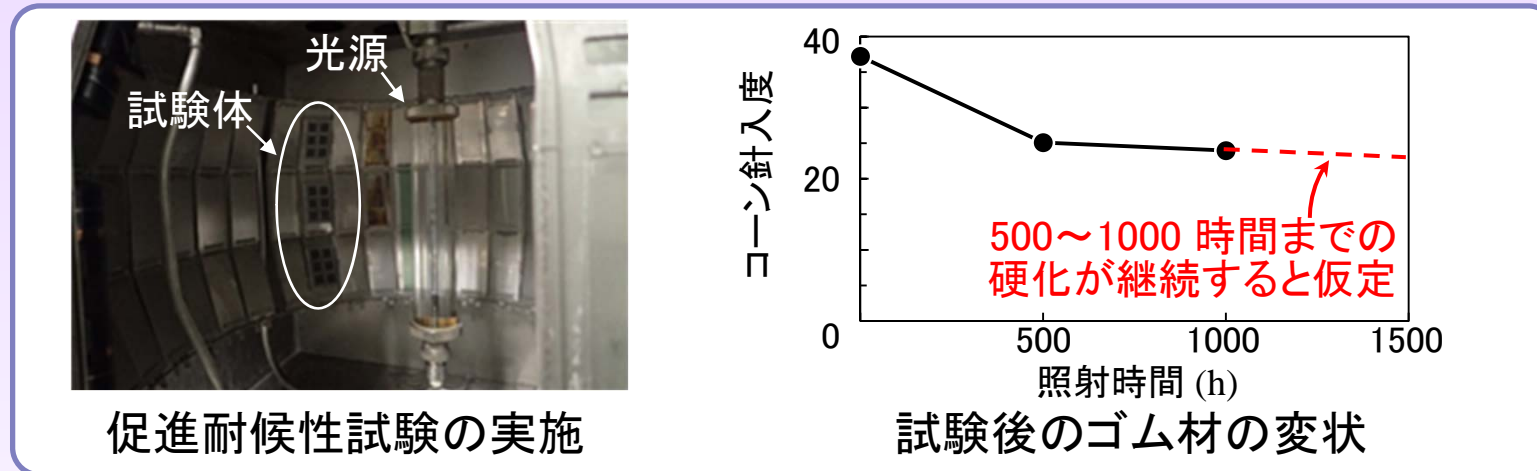
➤ この他に疲労試験を実施し、電柱基礎に充てんする構造における使用条件では問題ないことを確認した



浸漬 96 時間後の試験体

■ ゴム充てん基礎の耐候性試験（2）

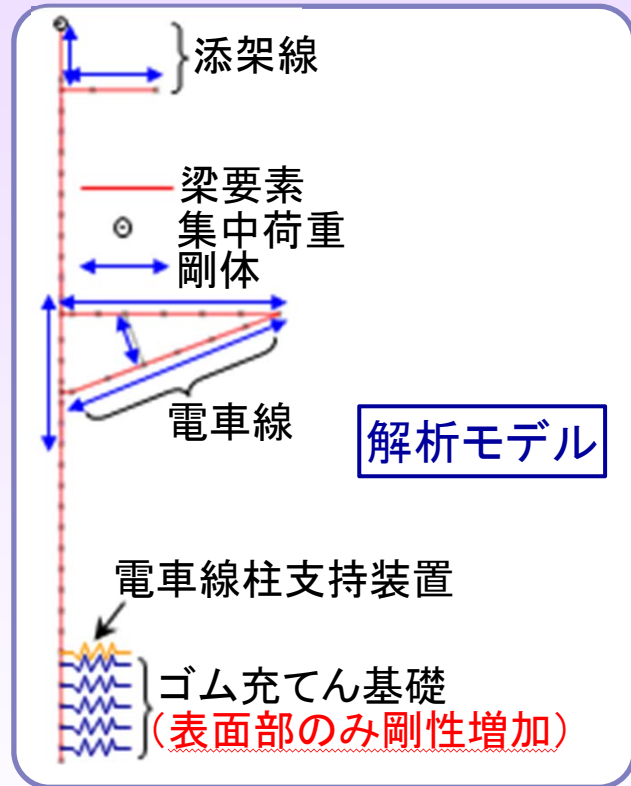
➤ 耐候性試験（紫外光を主に照射）



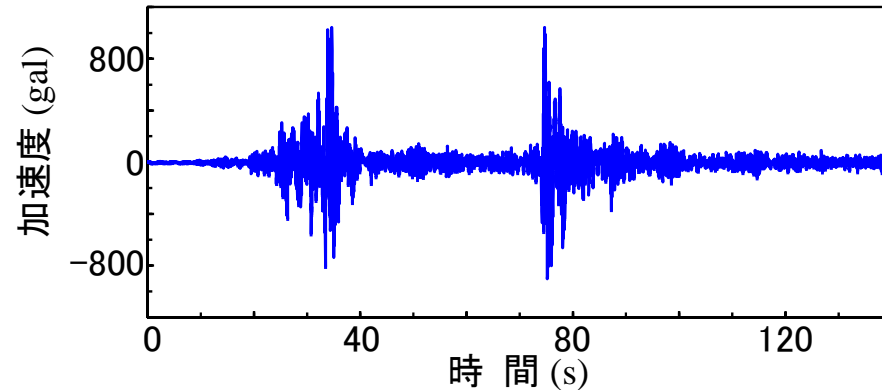
- 実験結果から、充てんするゴム材の剛性が30年後に施工直後の約6.5倍に増加する可能性有
- ただし、ゴム材が硬化する範囲は表面付近のみと想定される
- ゴム材硬化の影響を解析により確認

充てん材硬化の影響評価

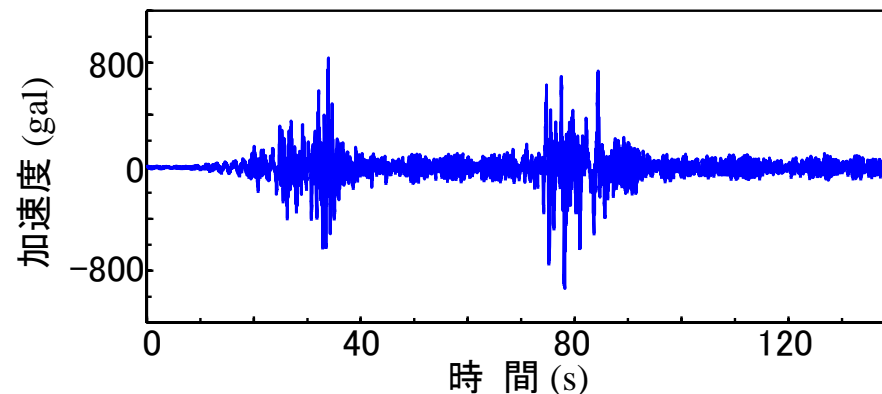
➤ 応答解析による確認



➤ 応答値の増加が
小さいことを確認



施工直後の電車柱天端加速度



剛性を6.5倍とした場合の電車線柱天端加速度

ゴム材施工直後と剛性増加時の応答波形

■まとめ

- 従来の砂詰基礎の課題を考慮して**ゴム充てん基礎の基本構造を提案**し、実物大試験体を用いた振動台実験により**電車線柱の振動抑制効果を確認**した
- 静的載荷実験および振動台実験の結果に基づいて**解析モデルを構築**し、ゴム充てん基礎電車線柱の**耐震性能評価を可能**とした
- モルタルヒューズに代わり常時荷重を支持する**電車線柱支持装置を提案**し、静的載荷実験および数値解析を実施して**所定の性能を有する**ことを確認した

ご清聴ありがとうございました

