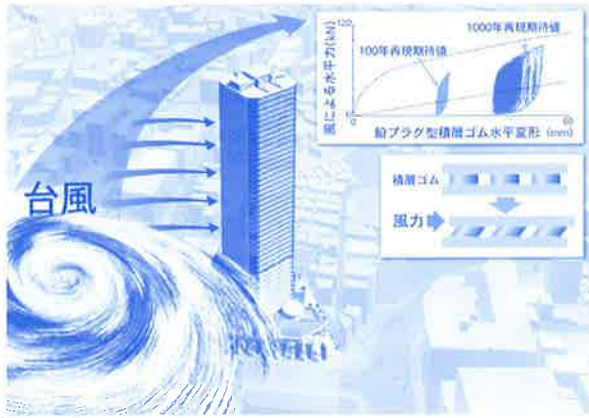


風による免震部材挙動と免震建物風応答評価法

鹿島建設株式会社 竹中康雄、鈴木雅靖、飯塚真巨、吉川和秀
株式会社ブリヂストン 鈴木重信



高層免震建物が大きな風力を長時間受けて

概要

最近の超高層免震建物や長周期免震システムの増加により、動的風外乱としての風荷重がこれまで以上に重要となりつつある。風外乱は継続時間が長く、10秒以上の長周期成分、特に風向方向では平均成分と称される静的成分を持つため、免震部材の繰返し変形による劣化・疲労とクリープ変形の影響が重要な問題となる。本研究開発ではクリープ性の強い免震部材（鉛プラグ型および高減衰ゴム系積層ゴム）について、高層免震建物近傍を台風が通過するとの想定の下に長時間動的加力実験を実施した。その結果クリープ変形の影響が大きいことが確かめられ、さらに一連の免震部材加力実験による強風時の免震部材履歴特性の分析、汎用曲線型履歴モデルの開発を行い、それらに基づく実用的な風応答評価法を開発した。

選評

最近、超高層建物を免震化する例が多くなりつつある。このような建物が暴風に遭遇した場合、長時間継続する平均成分を有する動的風外乱を受けることになる。一方、免震部材として、一般的な、純鉛や高減衰ゴム等は、クリープ性の強い材料といわれているが、これらの材料のクリープ特性、あるいはクリープ特性を考慮した風応答解析法等に関しては未解明な問題が多いのが現状である。

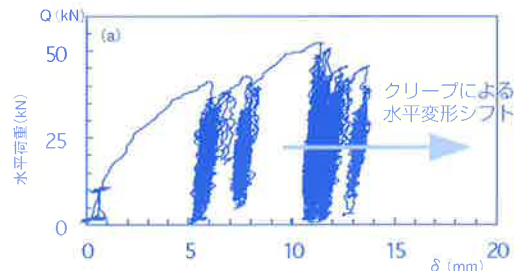
本研究は、超高層建物近傍を大型台風（100年及び1000年再現期待値相当）が通過する想定に基づき、5時間に渡る風力時刻歴波形を作成し、これを用いて、鉛プラグ型積層ゴム及び高減衰ゴムを対象として、動的加力実験を行うと共に、静的成分加力実験、一定水平力加力実験及び一定＋正弦波加力実験を実施し、材料のクリープ性状が風応答に及ぼす基礎的な性状を明らかにした。これらの成果をもとに、微小振幅特性を表すことができる履歴特性モデル（修正 HD モデル）並びにクリープ特性を考慮できる風応答簡易評価法を提案し、動的実験を安全側に評価できることを明らかにした。

ここで提案された評価法は、実用性の高い簡便なものであり、今後、免震建物の耐風安全性、使用性の向上に寄与するところが極めて大きく、技術賞を贈る価値があると判断した。（岡本 伸）

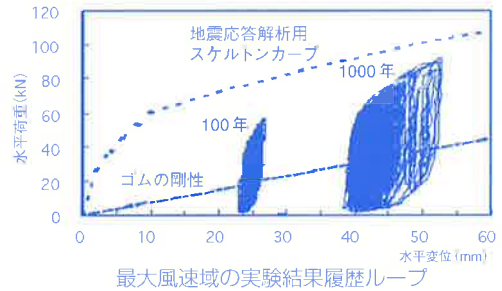
システム及び特記事項

地震外乱に比して長時間で長周期成分を多く含む風外乱下の免震部材の挙動は、特にクリープ変形の影響については基礎実験もなく殆ど未解明であった。そこで、純鉛や高減衰ゴムなどのクリープ性の強い材料が用いられている代表的な免震部材として鉛プラグ型積層ゴムおよび高減衰積層ゴムを選定して、台風通過時想定積層ゴムの動的加力実験を手始めとする研究開発を行い、下記の成果を得た。

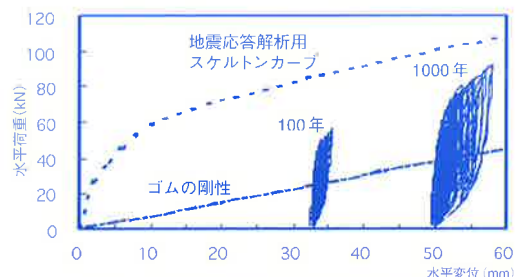
- ① 高層建物近傍を大型台風が通過する想定の下、長時間風力時刻歴波形を評価作成。
- ② ①に基づく積層ゴム5時間連続動的加力実験を実施し、クリープ変形の影響が大きく、これを考慮しない従来の応答評価法では免震部材水平変位を過小評価することが判明。
- ③ 静的成分加力実験、一定水平力、一定＋正弦波加力実験により、クリープ変形の基本特性把握。
- ④ 免震部材の微小変位振幅特性も容易に表現できる汎用曲線型履歴モデル「修正 HD モデル」を開発。
- ⑤ 最大風速域の免震部材挙動をクリープ変形が十分進行した定常的な状態ととらえる風応答簡易評価法を提案し、実験結果のシミュレーション解析によって設計解析法としての適用性を確認。



クリープ変形が蓄積していく様子（加力開始直後）



最大風速域の実験結果履歴ループ



提案した実用的風応答評価法の適用結果

鉛プラグ型積層ゴムの台風通過時想定動的加力実験結果履歴ループと風応答評価法