

球面すべり支承 NS-SSB[®] 低摩擦タイプ

Spherical Sliding Bearing, NS-SSB[®], Low Friction Type

① はじめに

球面すべり支承 NS-SSB¹⁾は、球面状のすべり板の上をスライダが滑ることで、振り子の原理で建物の固有周期を伸ばし、摩擦による減衰により地震応答を抑制する免震装置です。NS-SSB は免震層の固有周期がすべり板の球面半径のみで決まるため、積層ゴム系支承の様に固定・積載荷重に影響されず、また、ゴムと鋼板の積層による積層ゴム系支承に対し、殆どが鋼製部品で構成され、且つ3倍以上の許容面圧を持つため、高さや平面サイズをコンパクトにできるといった特徴があり、2014年に大臣認定を取得以降、物流倉庫や集合住宅への採用実績が増えつつあります。しかし、摩擦係数のバリエーションとしては0.043(基準面圧60MPa, 温度20℃, 速度400mm/s, 振幅±200mmの3サイクル目条件, 以下, 基準条件と称す)の1種類のみであり(以下, 中摩擦タイプと称す), 基本的に他の免震装置と組み合わせず単一材で設計される球面すべり支承においては、免震建物の応答性能の調整が難しく、

特に病院等の応答加速度制限のある建物では適用できないケースがあるなど、適用範囲に制約がありました。そこで、今回、中摩擦タイプとの組み合わせで摩擦係数を調整できるように、摩擦係数0.013の低摩擦タイプを開発しました。

② NS-SSB 低摩擦タイプの概要

NS-SSB の概要を図1に、外観写真を図2に示します。低摩擦タイプの外観・部品構成はこれまでの中摩擦タイプと同じで、鋼製のコンケイブプレートに取り付けられた球面仕上げのステンレスのすべり板の間にスライダが挟まれたものとなります。スライダの上下面にはすべり材が貼り付けられ、中摩擦タイプはすべり材に PTFE 二重織物を使用していますが、低摩擦タイプはこのすべり材に潤滑剤を含浸させています。潤滑剤には、経年変化が殆どなく、NS-SSB の性能に適したシリコンオイルを使用しています。

NS-SSB は、地震時には図3の様な挙動を示し、

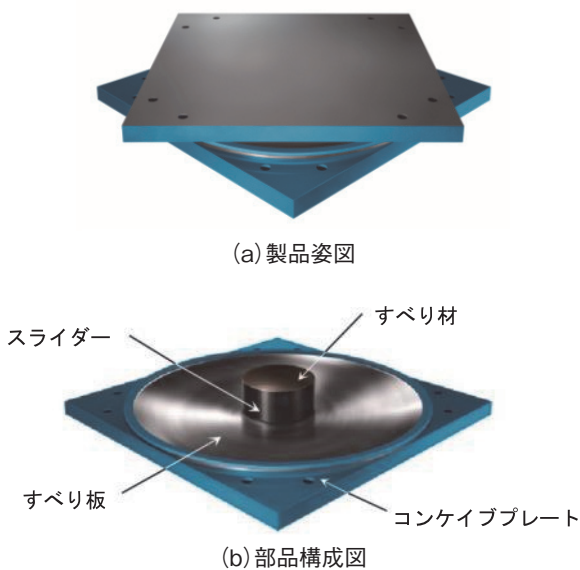


図1 NS-SSB の概要

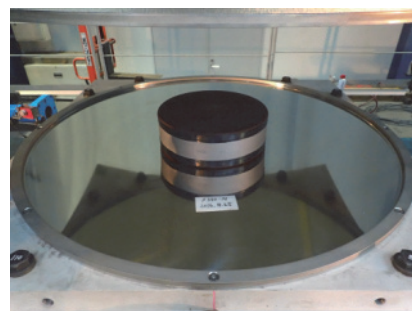


図2 NS-SSB 低摩擦タイプの外観(写真)

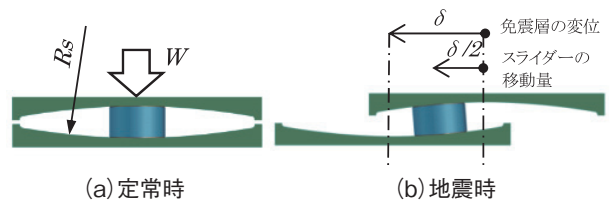


図3 NS-SSB の挙動

その時の復元力モデルは図4の様なバイリニア型のモデルとなります。復元力モデルは摩擦力 Q_d と2次勾配 K_2 で表され、摩擦力 Q_d は摩擦係数 μ と上載荷重 W により、2次勾配 K_2 は上載荷重 W と球面半径 R_s で決まります。また、免震層の固有周期 T_0 は $2\pi\sqrt{2R_s/g}$ 、 g ：重力加速度、となり、球面半径のみで決まります。基準条件時の摩擦係数 μ は中摩擦タイプの場合0.043ですが、今回の低摩擦タイプは0.013となります。

③ NS-SSB 低摩擦タイプの性能

NS-SSB 低摩擦タイプの性能は、スライダ径 ϕ 150~ ϕ 600(基準面圧時鉛直支持能力1,060kN~16,960kN)の実大試験体を用いた静的・動的実験により確認しています。

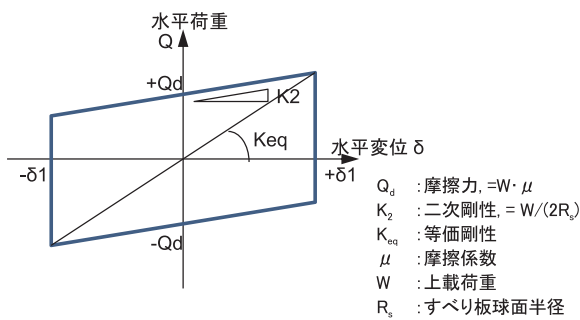


図4 NS-SSB の復元力モデル

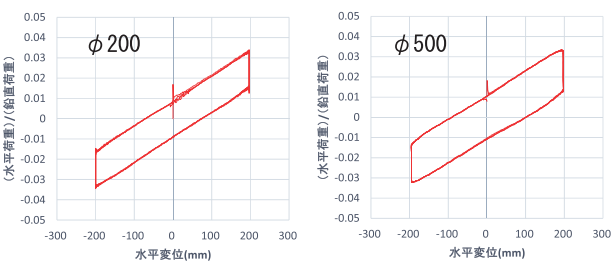


図5 摩擦履歴

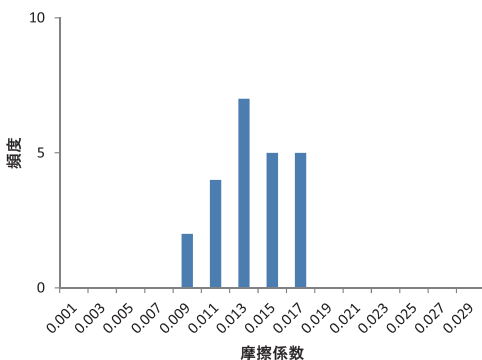


図6 摩擦係数のばらつき

(1) 摩擦係数ばらつき

図5に水平荷重を鉛直荷重で除した値と水平変位の関係(以下、摩擦履歴と称す)の一例を示します。基準条件時の摩擦係数のばらつきは図6に示すように、平均値としては0.013程度で、ばらつき範囲は0.007~0.017となっています。

(2) 摩擦係数の各種依存性

図7, 図8, 図9, 図10にそれぞれ、摩擦係数の温度依存性, 速度依存性, 面圧依存性, 繰り返し依存性を示します。

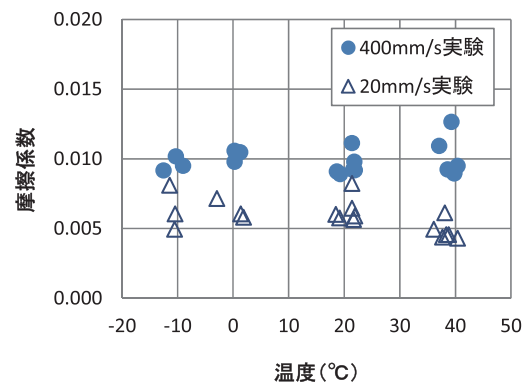


図7 温度依存性

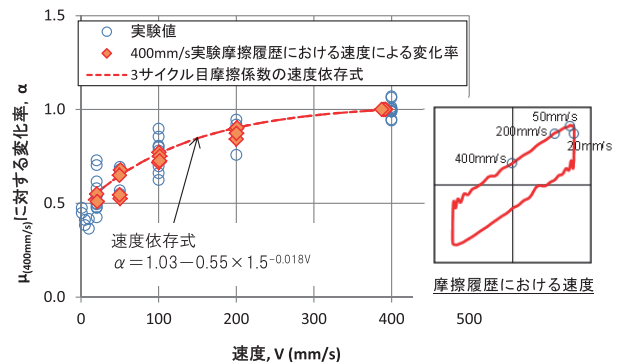


図8 速度依存性

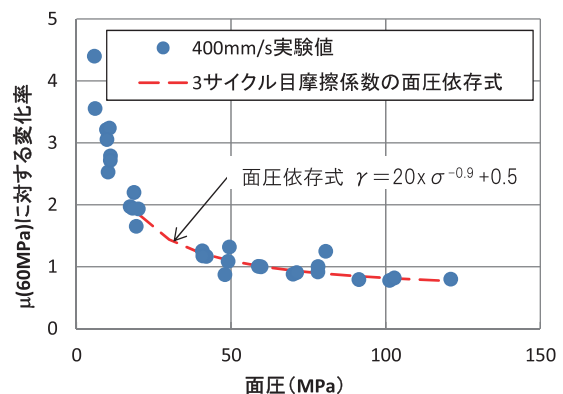


図9 面圧依存性

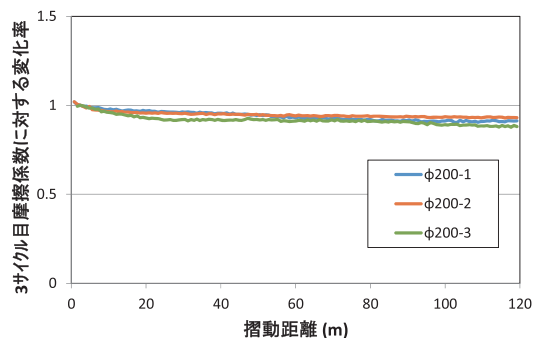


図10 繰り返し依存性

温度依存性については、中摩擦タイプの温度が高くなると摩擦係数が低下する傾向と異なり¹⁾、同一速度では温度による顕著な依存性は見られません。

速度依存性については、中摩擦タイプの場合、摩擦熱の影響により基準条件の摩擦係数の速度依存性と摩擦履歴における速度依存性は異なりますが²⁾、低摩擦タイプでは摩擦係数が小さく摩擦熱の影響が殆どないため、両者の速度依存性は同じ傾向となっています。

面圧依存性については、中摩擦タイプと同様に、面圧が低くなると摩擦係数が増加する傾向²⁾となっています。

繰り返し依存性については、摩擦熱の影響が小さいため、繰り返しによる摩擦係数の低下は摺動距離120mで10%程度であり、中摩擦タイプの40%低下¹⁾に比べて小さくなっています。

4 おわりに

NS-SSB 低摩擦タイプは2017年4月に免震材料としての国土交通大臣認定を受け、免震建物に使用することができるようになりました。低摩擦タイプと中摩擦タイプのNS-SSBを組み合わせることにより、免震層の設計の自由度が高まったことで、最適設計が可能となり、NS-SSBの適用範囲が広がることを期待できます。更に、近年、その発生が懸念されている東海、東南海、南海地震等の長周期長継続地震動に対しても、NS-SSBによる対策が可能となります。NS-SSBを提供することで、地震に安全安心な建物を広く普及させ、社会貢献して参ります。

※ 「NS-SSB」は新日鉄住金エンジニアリング(株)の登録商標です。
登録番号：5671985

参考文献

- 1) 中村秀司他：球面すべり支承 NS-SSB[®]の開発，新日鉄住金エンジニアリング技報，Vol. 6, 2015年
- 2) 西本晃治他：球面すべり支承(SSB)の実大試験体による面圧・速度依存性確認実験，日本建築学会大会学術講演梗概集，2016年8月

お問い合わせ先

建築・鋼構造事業部
鋼構造営業部 免制震デバイス営業室

TEL(0120)57-7815