

減震スライダの非線形特性資料
(Summary)

2023年10月6日

日本フォームサービス株式会社

本資料は高まる地震のリスク対策の一環として、幅広く減震スライダの導入を検討いただくにあたり、ETABSなどの一般的な構造解析プログラムに入力可能な形で整理し、構造設計時に役立てられるようにしたものです。

1. 整理した非線形パラメータを表Aに示す。表には英訳した結果も掲載している。
2. 減震スライダはすべり支承であるため、骨格曲線は完全バイリニアとし、履歴則は標準型とした。
3. 減震スライダは静摩擦時と動摩擦時の違いが大きく、その切り替わりのタイミング等はランダム性が高いため、時刻歴応答解析時に安定した結果を得ることが難しい。設計時に扱いやすいように、位置づけが異なる以下の二種類の骨格曲線を設定した。設計時は二つの骨格曲線に対して検討し、問題ないことを確認することが望ましい。

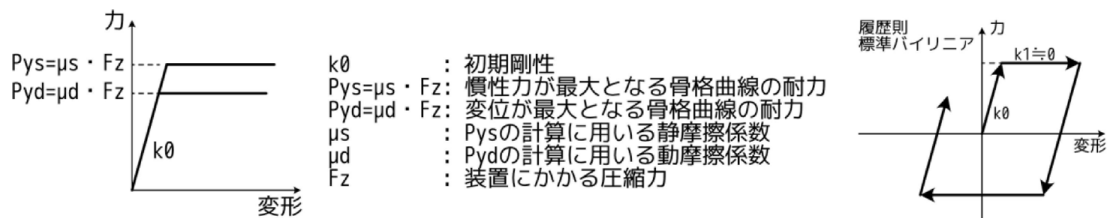
(ア) 慣性力が最大となる骨格曲線

- ① スライダ上に置いた物の転倒・損傷、スライダの浮き上がりをチェックするための骨格曲線。
- ② 静摩擦時の摩擦力で応答し続ける状況を想定する。
- ③ 耐力は、静摩擦係数 μ_s と装置にかかる圧縮力 F_z を用いて計算する。

(イ) 変位が最大となる骨格曲線

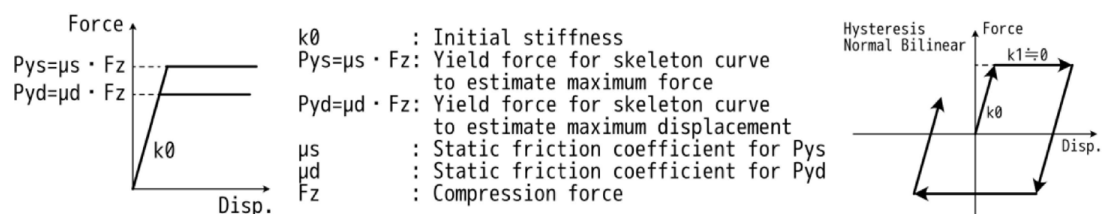
- ① スライダの変位量（ゴムベルトが破断するか）や周囲の物に衝突しないかどうかをチェックするための骨格曲線。
 - ② 動摩擦の状態に応答し続ける状況を想定する。
 - ③ 耐力は、動摩擦係数 μ_d と装置にかかる圧縮力 F_z を用いて計算する。
4. 面圧が小さいときに摩擦係数・剛性が大きくなる傾向を表現するため、面圧 1.5kN/m^2 を閾値に初期剛性・静摩擦係数・動摩擦係数を切り替えるようにした。今回の実験結果が存在しない面圧 5.5kN/m^2 より大きい場合については、面圧 5.5kN/m^2 の値を用いて外挿しているため注意が必要である。
 5. シリーズによる違いは小さかったため、全シリーズ共通のパラメータとした。
 6. 振動台の制約上、大きな変位で加振することが出来なかったため、減震スライダのゴムベルトの破断はモデル化していない。

表 A 時刻歴応答解析に用いる減震スライダの非線形パラメータ



面圧 p		初期剛性 k0	静摩擦係数 μ_s	動摩擦係数 μ_d	備考
kN/m ²	tf/m ²	kN/m	-	-	-
$p \leq 1.5$	$p \leq 0.15$	500	0.36	0.23	
$1.5 < p \leq 5.5$	$0.15 < p \leq 0.56$	250	0.31	面圧p(kN/m ²)に応じて変動 = $-0.0325(p-1.5)+0.23$	
$p > 5.5$	$p > 0.56$	250	0.31	0.10	実験データが存在しないため、外挿により求めた設定

※FGS・NFGS共通のパラメータ



Pressure p		Initial Stiffness k0	Static fric. coef. μ_s	Dynamic fric. coef μ_d	Note
kN/m ²	tf/m ²	kN/m	-	-	-
$p \leq 1.5$	$p \leq 0.15$	500	0.36	0.23	
$1.5 < p \leq 5.5$	$0.15 < p \leq 0.56$	250	0.31	Varies depending on pressure p(kN/m ²) = $-0.0325(p-1.5)+0.23$	
$p > 5.5$	$p > 0.56$	250	0.31	0.10	Settings obtained by extrapolation due to absence of experimental data

※Same parameters for FGS and NFGS