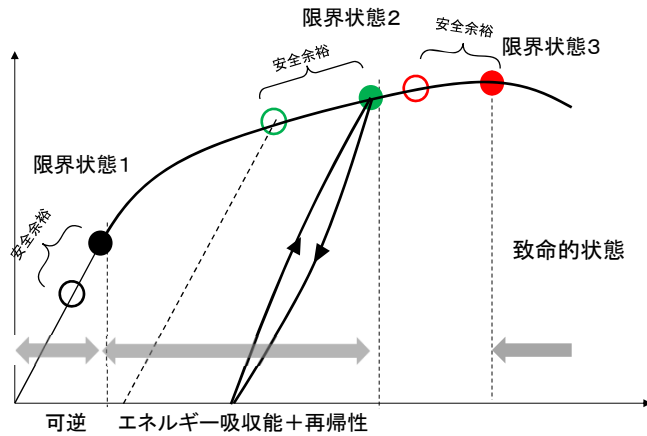


設計の基本事項

限界状態設計法, 部分係数設計法の導入 (抵抗側) 講習会資料

■ 限界状態、特性値、制限値の関係

■ 抵抗側で考慮する部分係数



調査・解析係数 ξ_1

- 境界条件の不確実性や部材間相互作用
- 構造解析法の違い, 弾性解析による照査の限界
- 地盤調査(基礎/パネ)が全体に与える影響など

部材・構造係数 ξ_2

- 部材破壊形態が全体系に与える影響

抵抗係数 Φ_R

- 材料品質, 製作施工品質, 強度式の精度

● 限界状態・・・現象を代表

○ 限界状態を超えないとみなせる条件(実際の照査ポイント)

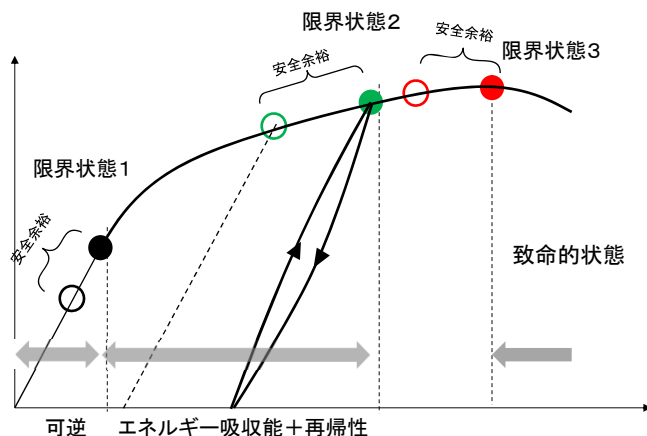
・・・限界状態の特性値と関連付けて制限値を規定

13

限界状態設計法, 部分係数設計法の導入 (抵抗側) 訂正版

■ 限界状態、特性値、制限値の関係

■ 抵抗側で考慮する部分係数



調査・解析係数 ξ_1

- 境界条件の不確実性や部材間相互作用
- 構造解析法の違い, 弾性解析による照査の限界
- 地盤調査(基礎/パネ)が全体に与える影響など

部材・構造係数 ξ_2

- 部材破壊形態が全体系に与える影響

抵抗係数 Φ_R

- 材料品質, 製作施工品質, 強度式の精度

● 限界状態・・・現象に基づき状態を代表

○ 限界状態を超えないとみなせる条件(実際の照査ポイント)

・・・限界状態の特性値と関連付けて制限値を規定

13

支承の損傷事例、維持管理

7.2.1 変状

講習会資料

変状事例



変状部位と種類別の発生原因

変状部位と
変状種類台座コンクリートの**圧壊**、欠損

- 支承縁端距離は適切だったか？
- 台座補強鉄筋の不足はなかったか？

30

7.2.1 変状

訂正版

変状事例



変状部位と種類別の発生原因

変状部位と
変状種類台座コンクリートの**割れ**、欠損

- 支承縁端距離は適切だったか？
- 台座補強鉄筋の不足はなかったか？

20

ゴム支承の設計の考え方

第4章 支承部の設計 4.5 支承部の耐荷性能に関する部材の設計		P.136~137						
4.5.2 積層ゴム支承		講習会資料						
■ 鉛直引張力及び水平力を受ける積層ゴム支承の限界状態(まとめ)								
状態	項目	対象	作用組合せ	ξ_1	ξ_2	Φ	特性値	制限値
限界状態1	引張応力	分散・免震	iii)㊦	—	—	—	—	2.1N/mm ²
			i) ii)、iii)以外	0.9	—	0.5	250%	112.5%
	せん断ひずみ	分散	ii)㊦	0.9	—	1	250%	225%
			iii)㊦	1	—	1	250%	250%
			i) ii)、iii)以外	0.9	—	0.5	175%	78.7%
		免震	ii)㊦	0.9	—	1	175%	157.5%
iii)㊦※	1		—	1	175%	175%		
限界状態2	引張応力	免震	iii)㊦	—	—	—	—	2.1N/mm ²
	せん断ひずみ	免震	iii)㊦	1	—	1	250%	250%
限界状態3	引張応力	分散・免震	i) ii)、iii)以外	0.9	0.6	0.65	3.5N/mm ²	1.22N/mm ²
			ii)㊦	0.9	0.6	1	3.5N/mm ²	1.89N/mm ²
			iii)㊦	1	0.6	1	3.5N/mm ²	2.1N/mm ²
	せん断ひずみ	分散・免震	iii)㊦	—	—	—	—	250%
※ 免震橋に使用する支承は荷重組合せ㊦D+EQに対しては限界状態2を超えないことを照査する								

23

第4章 支承部の設計 4.5 支承部の耐荷性能に関する部材の設計		P.136~137							
4.5.2 積層ゴム支承		訂正版							
■ 鉛直引張力及び水平力を受ける積層ゴム支承の限界状態(まとめ)									
状態	項目	対象	作用組合せ	ξ_1	ξ_2	Φ	特性値	制限値	備考
限界状態1	引張応力	分散・免震	i) ii)、iii)以外	—	—	—	—	2.1N/mm ²	i)、ii)は風を除いて受け持たせることができない
			ii)㊦	—	—	—	—		
			iii)㊦	—	—	—	—		
	せん断ひずみ	分散	i) ii)、iii)以外	0.9	—	0.5	250%	112.5%	
			ii)㊦	0.9	—	1	250%	225%	
			iii)㊦	1	—	1	250%	250%	
免震		i) ii)、iii)以外	0.9	—	0.5	175%	78.7%		
	ii)㊦	0.9	—	1	175%	157.5%			
限界状態2	引張応力	免震	iii)㊦	—	—	—	—	2.1N/mm ²	
	せん断ひずみ	免震	iii)㊦	—	—	—	—	250%	
限界状態3	引張応力	分散・免震	i) ii)、iii)以外	0.9	0.6	0.65	3.5N/mm ²	1.22N/mm ²	
			ii)㊦	0.9	0.6	1	3.5N/mm ²	1.89N/mm ²	
			iii)㊦	1	0.6	1	3.5N/mm ²	2.1N/mm ²	
	せん断ひずみ	分散・免震	iii)㊦	—	—	—	—	250%	
※ 免震橋に使用する支承は荷重組合せ㊦D+EQに対しては限界状態2を超えないことを照査する									

23

4.6.2 ゴム支承 4.6.2 (1) 積層ゴム支承

講習会資料

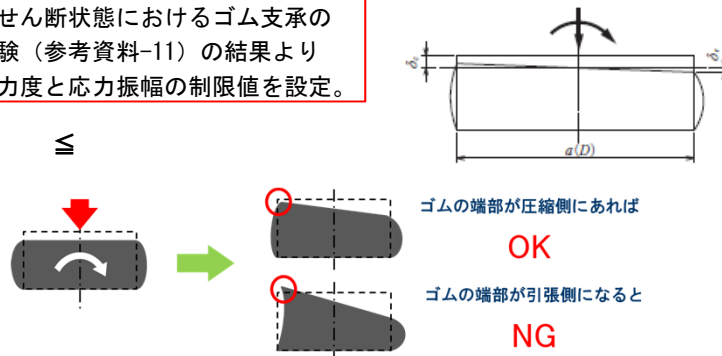
■ 積層ゴム支承の疲労に対する設計

□ 繰返し引張作用に対する設計

繰返し引張力に対する疲労耐久性は確認されていないため、積層ゴム支承に繰返し引張力を受け持たせることはできない。

・ 圧縮変位置による回転変位置の吸収

一定せん断状態におけるゴム支承の疲労試験（参考資料-11）の結果より最大応力度と応力振幅の制限値を設定。



28

4.6.2 ゴム支承 4.6.2 (1) 積層ゴム支承

訂正版

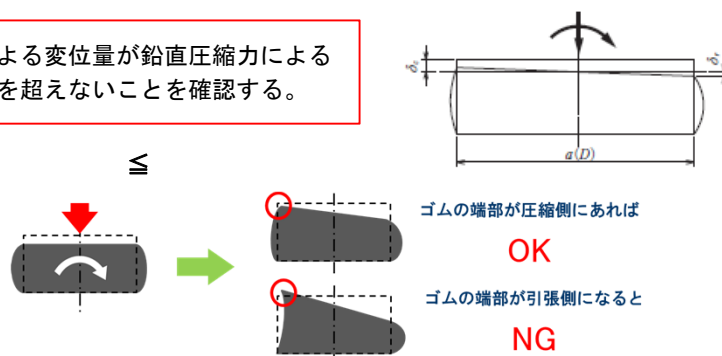
■ 積層ゴム支承の疲労に対する設計

□ 繰返し引張作用に対する設計

繰返し引張力に対する疲労耐久性は確認されていないため、積層ゴム支承に繰返し引張力を受け持たせることはできない。

・ 圧縮変位置による回転変位置の吸収

回転による変位置が鉛直圧縮力による変位置を超えないことを確認する。



28

鋼製支承の設計の考え方

4.5.4 鋼製支承 (1) 鉛直圧縮力及び水平力を受ける 講習会資料

■ 支圧力を受ける部材等の限界状態 1

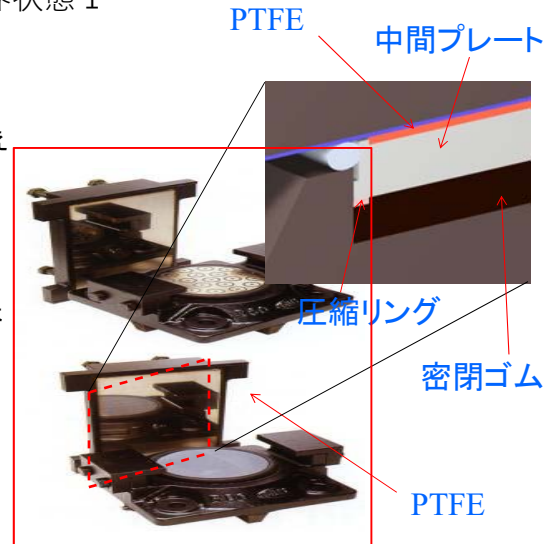
□ 面接触機構

・ 中間プレート

PTFE 板が限界状態1を超えないと考えることができる場合は、**支圧力を受ける中間プレートは限界状態1を超えない**

→ 中間プレートよりもPTFE 板の方が支圧力を受ける面積が小さいため、中間プレートに生じる支圧応力度は、PTFE 板よりも大きくなる

→ 鋼材を用いる中間プレートの支圧応力度の制限値はPTFE 板の支圧応力度の制限値よりも大きい



9

4.5.4 鋼製支承 (1) 鉛直圧縮力及び水平力を受ける 訂正版

■ 支圧力を受ける部材等の限界状態 1

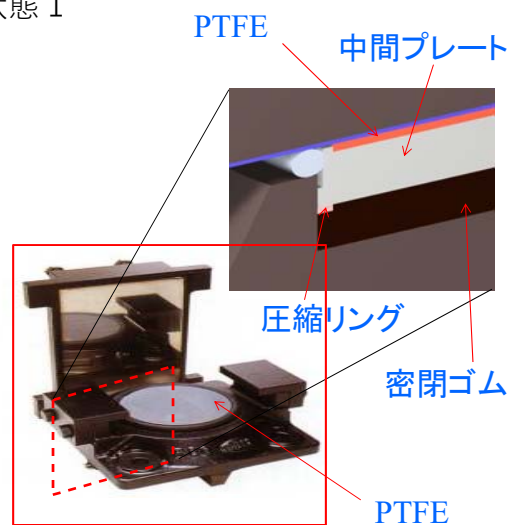
□ 面接触機構

・ 中間プレート

PTFE 板が限界状態1を超えないと考えることができる場合は、**支圧力を受ける中間プレートは限界状態1を超えない**

→ 中間プレートよりもPTFE 板の方が支圧力を受ける面積が小さいため、中間プレートに生じる支圧応力度は、PTFE 板よりも大きくなる

→ 鋼材を用いる中間プレートの支圧応力度の制限値はPTFE 板の支圧応力度の制限値よりも大きい



9

4.5.4 鋼製支承 (1) 鉛直圧縮力及び水平力を受ける 講習会資料■ 支圧力を受ける部材等の限界状態 1 新規

□ 線接触機構

→ (詳しくは、参考資料-3)

・ ヘルツの公式

支圧力を受ける部材等に生じる支圧応力度が、[道示Ⅱ]5.3.11に規定される支圧応力度の制限値を超えない場合には限界状態1を超えない

$$\sigma_b \times 0.418\sqrt{RE/lr}$$

- σ_b : 線接触部の支圧応力度 (N/mm²)
 R: 支承に生じる反力 (N)
 E: 弾性係数 (N/mm²)
 l: 円柱の長さ (mm)
 r: 円柱の半径 (mm)

- ・ 支圧板を介した荷重の伝達が、支圧板厚さの2倍の範囲に等分布するものとして、接触面における最大支圧応力度を上式により算出

→ 4.3.3鋼材(1) 表-4.3.3 鋼材の強度の特性値

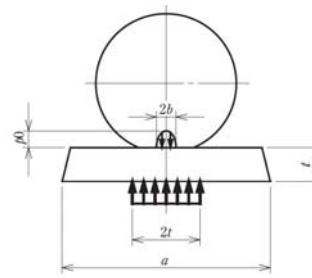


図-4.5.12 支圧板に対する荷重分布

22

4.5.4 鋼製支承 (1) 鉛直圧縮力及び水平力を受ける 訂正版■ 支圧力を受ける部材等の限界状態 1 新規

□ 線接触機構

→ (詳しくは、参考資料-3)

・ ヘルツの公式

支圧力を受ける部材等に生じる支圧応力度が、[道示Ⅱ]5.3.11に規定される支圧応力度の制限値を超えない場合には限界状態1を超えない

$$\sigma_b = 0.418\sqrt{RE/lr}$$

- σ_b : 線接触部の支圧応力度 (N/mm²)
 R: 支承に生じる反力 (N)
 E: 弾性係数 (N/mm²)
 l: 円柱の長さ (mm)
 r: 円柱の半径 (mm)

- ・ 支圧板を介した荷重の伝達が、支圧板厚さの2倍の範囲に等分布するものとして、接触面における最大支圧応力度を上式により算出

→ 4.3.3鋼材(1) 表-4.3.3 鋼材の強度の特性値

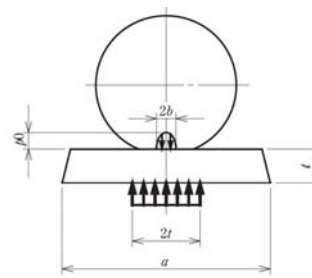


図-4.5.12 支圧板に対する荷重分布

22

ゴム支承の品質管理の考え方・様式

3.2 ゴム材料

講習会資料

■ ポリマー及び化学成分（規格値）

ゴム支承に使用されるゴムは、原料ゴムであるポリマーに補強材、加硫材、加工補助剤を配合することにより引張強さや破断伸び等の機械的性質を調整することが標準的



化学成分を確認するための標準的な試験法を示している

ゴム材料	試験項目	規格値
天然ゴム (NR)	ポリマー定性	天然ゴム
	ポリマー定量	50%以上
	補強材の定量	10%～35%
	灰分の定量	10%以下
クロロプレンゴム (CR)	ポリマー定性	天然ゴム
	ポリマー定量	50%以上
	補強材の定量	10%～35%
	灰分の定量	10%以下
高減衰ゴム (HDR)	ポリマー定性	ジエン系ゴム
	ポリマー定量 ^{注1)}	50%以上
	補強材の定量	10%～35%
	灰分の定量	10%以下

8

3.2 ゴム材料

訂正版

■ ポリマー及び化学成分（規格値）

ゴム支承に使用されるゴムは、原料ゴムであるポリマーに補強材、加硫材、加工補助剤を配合することにより引張強さや破断伸び等の機械的性質を調整することが標準的



化学成分を確認するための標準的な試験法を示している

ゴム材料	試験項目	規格値
天然ゴム (NR)	ポリマー定性	天然ゴム
	ポリマー定量	50%以上
	補強材の定量	10%～35%
	灰分の定量	10%以下
クロロプレンゴム (CR)	ポリマー定性	クロロプレンゴム
	ポリマー定量	50%以上
	補強材の定量	10%～35%
	灰分の定量	10%以下
高減衰ゴム (HDR)	ポリマー定性	ジエン系ゴム
	ポリマー定量 ^{注1)}	40%以上
	補強材の定量	10%～45%
	灰分の定量	10%以下

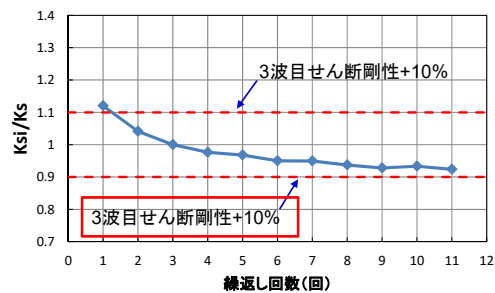
8

5.2.2 積層ゴム支承の耐荷性能に関する特性検証試験 講習会資料

■ 水平力を受ける積層ゴム支承の抵抗特性を評価するための試験

□ 限界状態1における力学特性(せん断剛性)の試験結果
(参考資料-8)

- 地震時水平力分散型ゴム支承



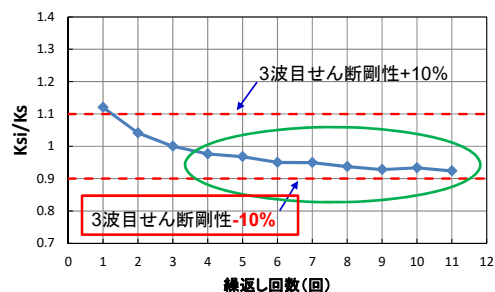
15

5.2.2 積層ゴム支承の耐荷性能に関する特性検証試験 訂正版

■ 水平力を受ける積層ゴム支承の抵抗特性を評価するための試験

□ 限界状態1における力学特性(せん断剛性)の試験結果
(参考資料-8)

- 地震時水平力分散型ゴム支承



38