

道路橋支承便覧 改訂の概要

橋梁委員会
維持管理小委員会
支承便覧分科会

第1章 総論

【道路橋支承便覧とは】

「道路橋示方書の精神・規定に基づき、これを補完する支承全般に関する手引き、指導書」

(日本道路協会 橋梁委員会より刊行)

【改訂経緯】

昭和47年「道路橋耐震設計指針」

落橋防止対策として，可動支承の移動制限装置
下部構造の縁端距離，落橋防止装置等を記述

昭和48年「道路橋支承便覧」を発刊

支承に対する設計・製作・架設・維持管理の指針

昭和51年及び54年「支承標準設計」を発刊

「ゴム支承・すべり支承・ピン支承・ころがり支承」
を標準化

昭和54年「道路橋支承便覧（施工編）」を発刊

支承の施工について詳述

昭和55年2月「道路橋示方書・同解説共通編，鋼橋編」

昭和53年宮城県沖地震の被災による教訓を参考に，
鋳鉄製支承の採用中止，負の力の算定式を内容追記

昭和55年5月「道路橋示方書・同解説耐震設計編」

支承部及び落橋防止構造に関する規定を改訂

昭和57年「支承標準設計」の見直し

移動制限装置の改良，鋳鋼の使用の改訂

平成3年「道路橋支承便覧」の改訂

道路橋支承便覧（施工編）に検討を加え両者を合本

平成5年「道路橋支承標準設計」を発刊

「ゴム支承・すべり支承・ころがり支承」を対象

平成8年12月「道路橋示方書・同解説」

兵庫県南部地震による道路橋の被災を踏まえ，M7級
内陸直下型地震に対して必要な耐震性能を確保

平成14年3月「道路橋示方書・同解説」

国際化や多様な構造等の対応，維持管理・耐久性重視，
コスト縮減等の成果の導入を基本に，性能規定型基準
を目指して見直しを実施

【兵庫県南部地震による支承部の被害】

鋼製支承に多くの損傷が発生

上部構造が沓座に落下し路面に段差が発生
(支承高の高いピン支承等の破断)



落橋防止構造が有効に機能せず上部構造が落橋



【道路橋示方書の支承部改訂の経緯】

平成8年12月改訂の道路橋示方書

支承部を，橋の主要構造部材として位置付けた
支承部は，大規模地震動により生じる上部構造
慣性力に対して支承部の性能を満足することを
基本とした（タイプBの支承部）

「ゴム支承や免震支承の採用が望ましい」とした
橋の落橋を防止するシステムを見直した

平成14年3月改訂の道路橋示方書

支承部構造の載荷実験結果を踏まえ、タイプBの支承部の支承本体及び取り付け部材の耐力は、割増し係数 1.7を考慮した許容応力度から算出するものとした

支承部及び落橋防止システムの機能と要求性能を明確にした

【道路橋支承便覧改訂の要点】

道路橋示方書の改訂に伴なう見直しを行った

新たな知見をできるだけ取り入れた

従来の標準仕様の記述を性能規定型に見直し、
支承部の役割・機能・要求性能について記載

支承部に必要となる機能を整理し、そのための
機構・材料・構造の選定について解説した

機能分離型の支承部について新たに記述した

支承部の施工・維持管理の記述を充実した

【道路橋支承便覧の構成】

	平成3年版	平成16年版
第1章	総論	総論
第2章	支承設計の基本事項	支承部設計の基本事項
第3章	支承の設計	支承部構造の設計
第4章	支承の製作と検査	品質管理と検査
第5章	支承の施工	支承部の施工
第6章	支承の維持補修	支承部の維持管理
	参考資料	参考資料

第2章 支承部設計の基本事項

支承部の基本的役割と必要な性能を記述

支承部の機能を整理し具現化のための機構を解説

支承部を機能構成・水平力支持方法・耐震設計における支承部のタイプに分類し解説

支承部構造の種類と各々の特徴を記述

鋼製支承の材料・構造細目等の注意点を記述

支承部の配置についての留意点と、支承部に採用する材料の特徴と選定時の注意事項を記述

2.1 支承部の役割と求められる性能

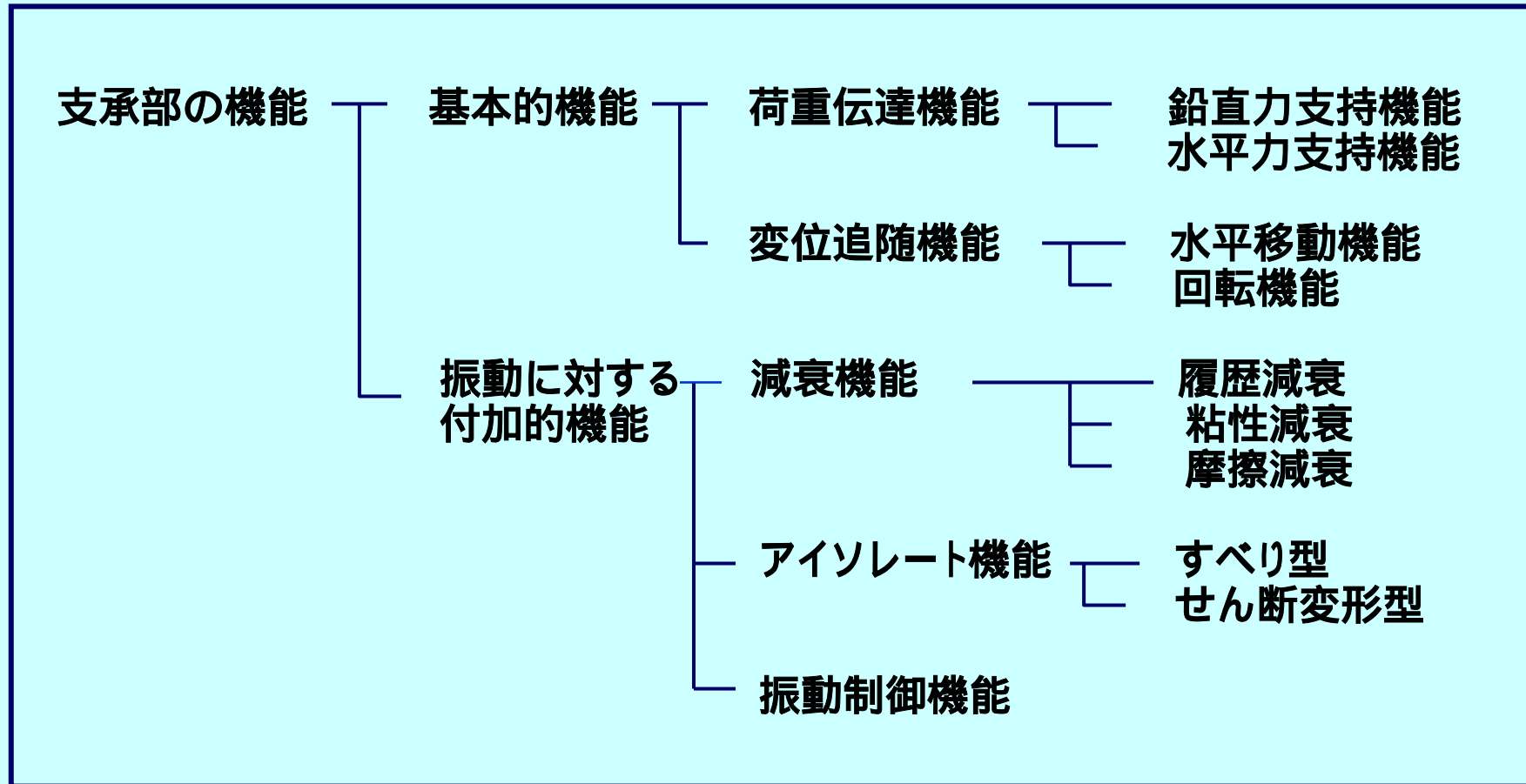
【道路橋示方書 共通編 4.1 支承部 4.1.1 一般】

- 1) 上部構造から伝達される荷重を確実に下部構造に伝達するものとする。
- 2) 活荷重，温度変化等による上部構造の伸縮や回転に追従し，上部構造と下部構造の相対的な変位を吸収するものとする。

道路橋示方書に基づき，支承部が果たすべき基本的役割と，そのために必要な性能について解説

2.2 支承部に求められる機能

2.2.1 支承部の機能分類



2.2.2 荷重の種類と支承部の機能

常時に必要な支承部の機能

鉛直力支持機能 : 死荷重及び活荷重の上部構造
鉛直方向力を支持する機能

水平変位機能 : 温度変化の影響等により生じ
る上部構造の水平変位に追従

回転機能 : 上部構造のたわみやねじれに
より生じる回転変位を吸収

地震時に必要な支承部の機能

鉛直力支持機能

水平力支持機能

水平移動機能

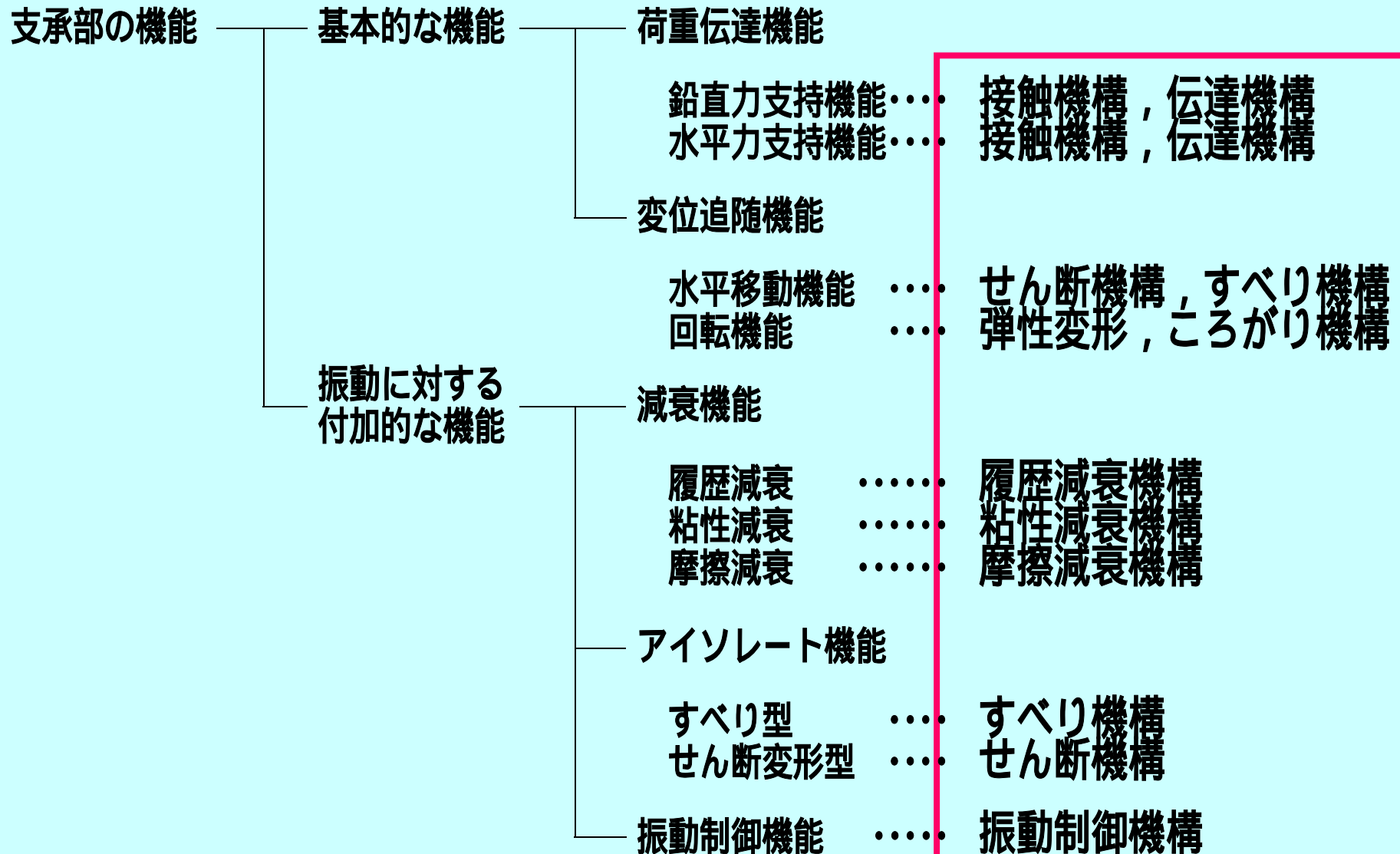
減衰機能

地震エネルギーを吸収し構造系に作用する慣性力を低減

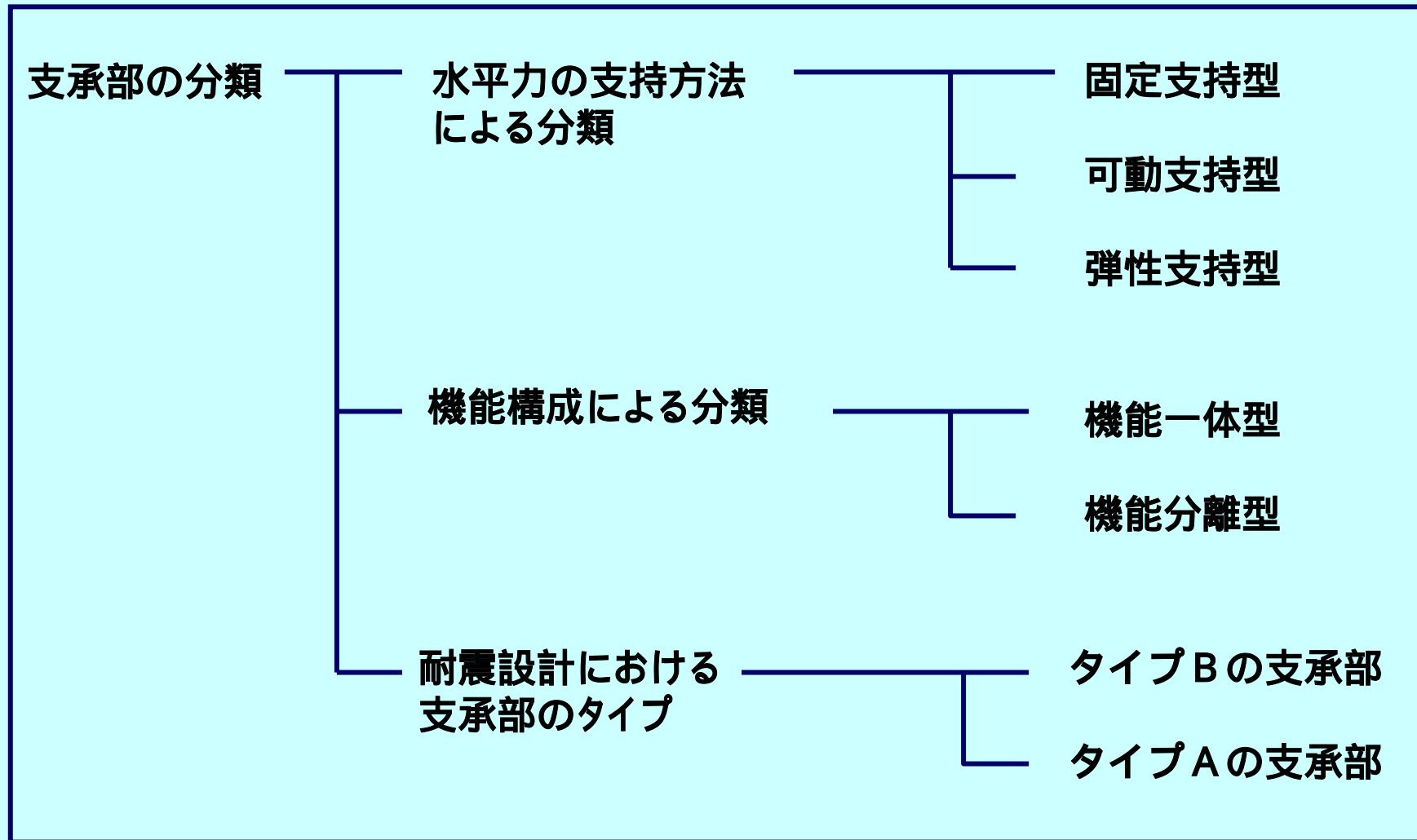
アイソレート機能

上部構造を水平方向に柔らかく支持することで地震力を低減

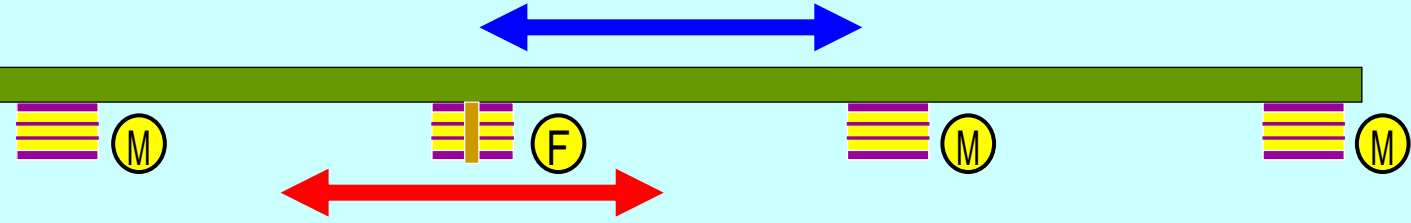
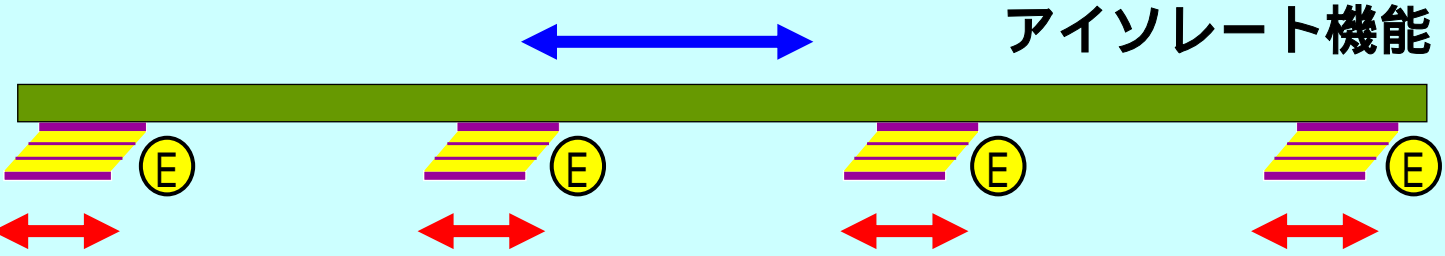
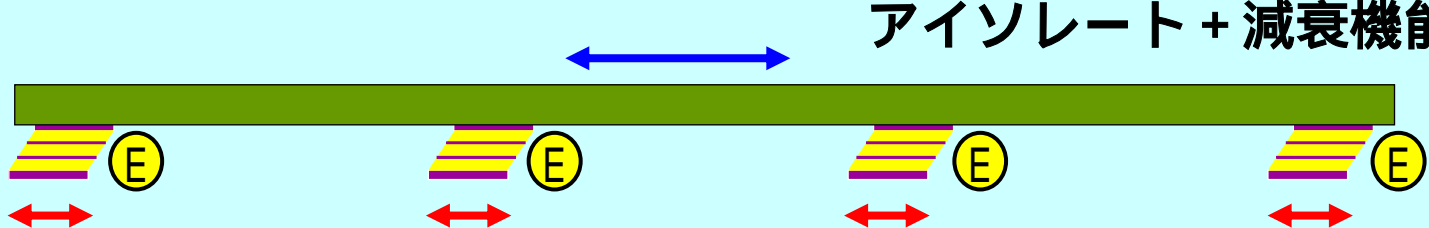
2.3 支承部の基本的な機構



2.4 支承部の分類



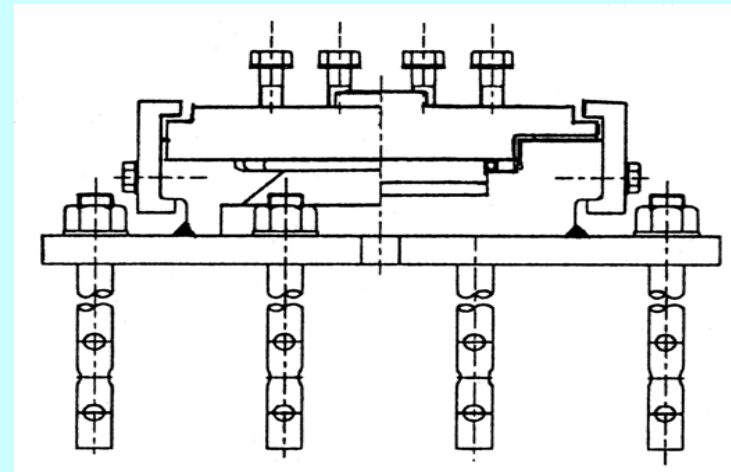
2.4.1 水平力の支持方法による分類

固定可動	 <p>水平力：固定点に集中</p> <p>水平変位：小</p>
分散構造	 <p>アイソレート機能</p> <p>水平力：各橋脚で分担</p> <p>水平変位：</p>
免震構造	 <p>アイソレート + 減衰機能</p> <p>水平力：各橋脚で分担，地震力を低減</p> <p>水平変位：大</p>

2.4.2 機能構成による分類

機能を集約した機能一体型

支承部として必要な機能を単体の構造部分に
集約した支承部構造
支承部の構造が比較的複雑となる。
一部の局所的な損傷や耐久性の低下が他の機
能にも影響を及ぼす
複数の機能を集約す
るため、構造が大型
化する



機能一体型の支承
(支承板支承)

機能分離型支承

機能分離型支承は，支承部に求められる複数の機能を複数の構造体で構成する支承部構造

構造は煩雑だが，個々の構造体は単純で小型

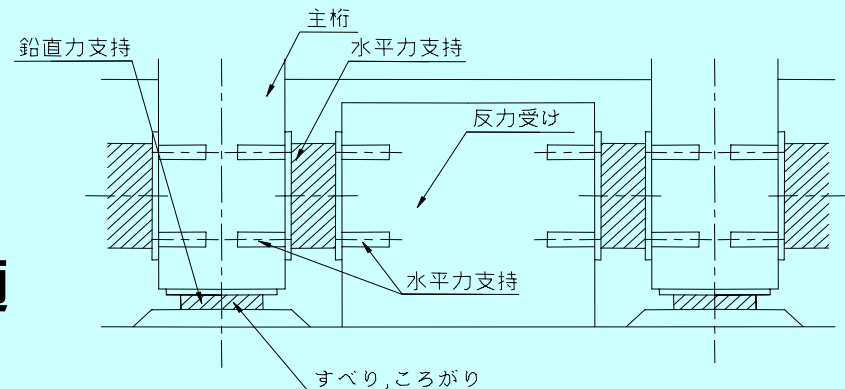
機能ごとに設けた構造体間が相互に干渉が生じないように計画する

【機能分離型支承の事例】

弾性支持型の例

すべり型ゴム（鋼製）支承

- ・鉛直方向力の支持
- ・レベル2地震の水平変位に追随
- ・回轉變位に追随



弾性支持型の例

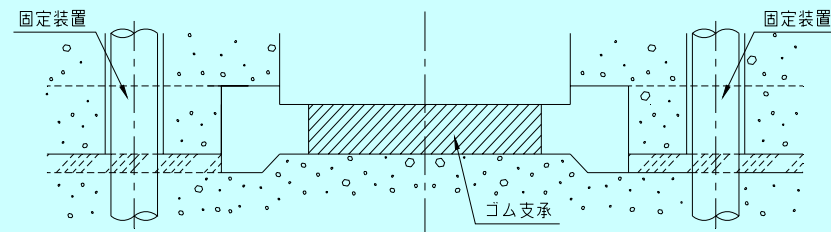
ゴム支承

- ・レベル2地震の水平方向力を支持

変位拘束型の例

ゴム支承（鋼製支承）

- ・回轉變位に追随
- ・鉛直方向力の支持



変位拘束型の例

変位拘束構造

- ・鉛直及び水平方向力の支持
- ・水平変位の拘束

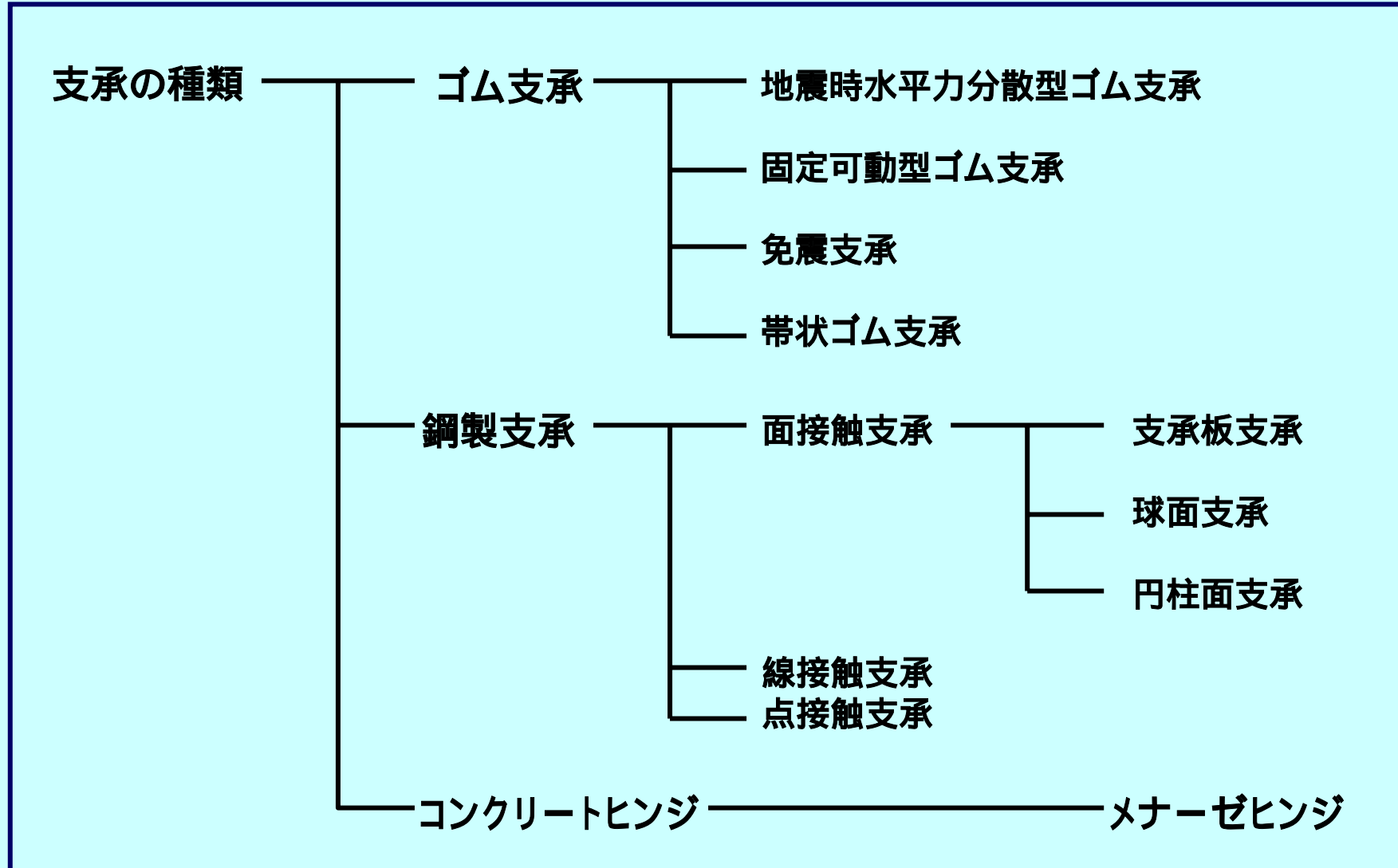
2.4.3 耐震設計における支承部のタイプ

支承部はレベル1地震動及びレベル2地震動により生じる水平力及び鉛直力に大して、支承部の性能を満足することを基本とする

支承部は上記の性能を満たすことを基本とする
(タイプBの支承部)

ただし、橋台の拘束により上部構造に大きな振動が生じにくい等、支承部が損傷しても構造的に落橋するおそれが少ない橋などに限定し、変位制限構造と補完して、タイプAの支承部を採用できる

2.5 支承の種類



2.5.1 ゴム支承

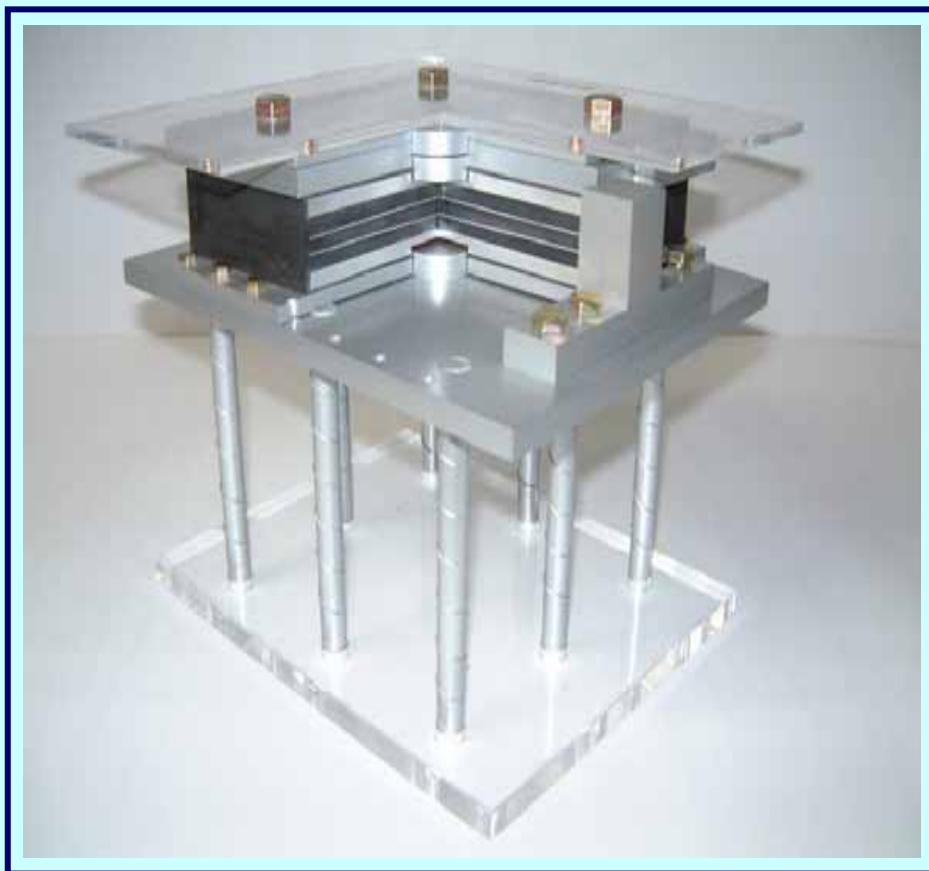
地震時水平力分散型ゴム支承
固定可動型ゴム支承
免震支承

の特徴及び設計時の留意点を解説

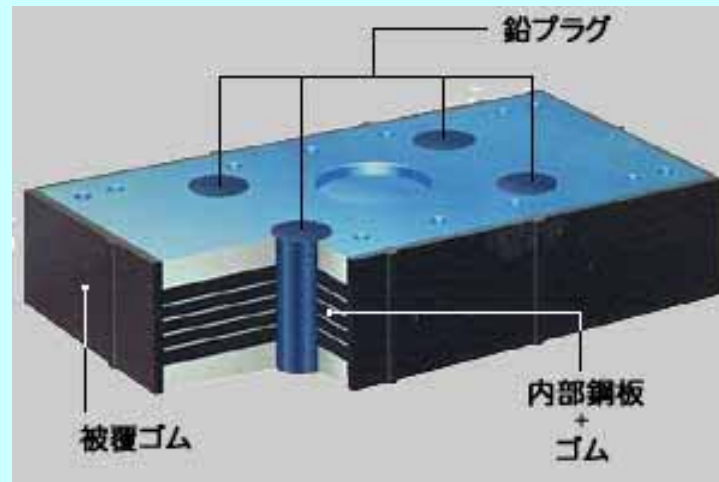
【ゴム支承の主な特徴】

大きな変形性能が期待できる
地震力のような衝撃的な力を緩衝して伝達できる
各個撃破が生じにくい
腐食等による支承部としての機能が欠如しにくい

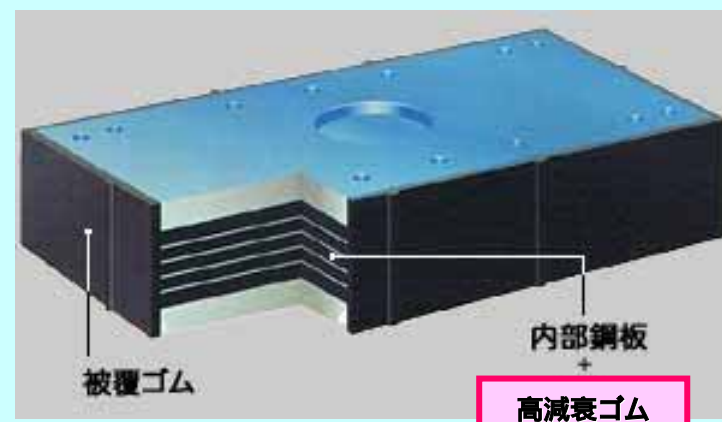
地震時水平力分散型 ゴム支承



免震支承



鉛プラグ入り積層ゴム支承



高減衰積層ゴム支承

2.5.2 鋼製支承

【鋼製支承の主要な改訂及び追加項目】

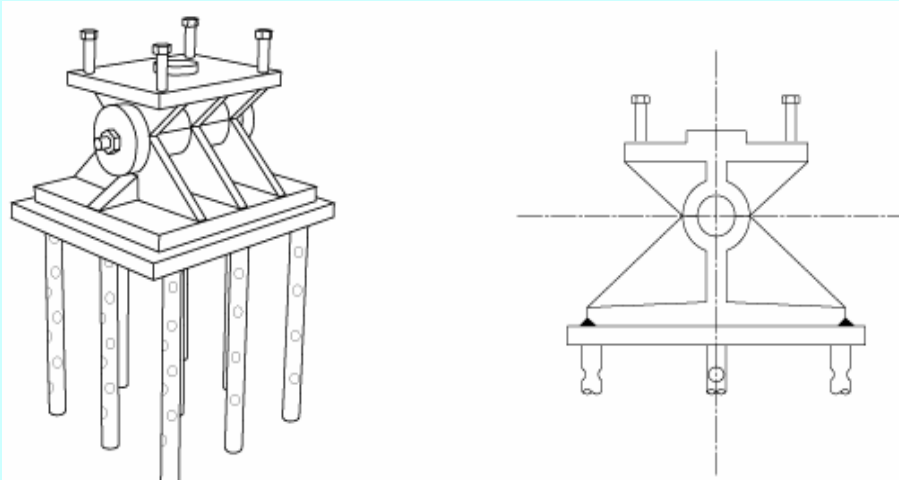
従来の呼称を廃止し機能別に分類
水平移動や回転を伴う支圧面には、耐磨耗対策
や防せい防塵処理を施す
鋳鋼品を使用する場合には、じん性の保証され
た材料を使用する
当面はJISで規格値「SCW材」に焼きなら
し熱処理を施した「SCW-N材」を使用する
ことが望ましい
鋳鋼品の肉厚による質量効果を説明し、影響を
考慮する必要性の注意喚起を行った
部材には応力集中を緩和する丸み付けを施す
同一支承線上の支承に対し各個撃破対策を施す

円柱面支承

橋軸直角方向の回転を許容しない構造であり、直角方向の回転が予想される上下部構造には採用しない

支承板支承

平面と曲面を組合せた構造の支承板支承は、接触曲面の製作精度管理が難しく、また経年劣化で摩擦特性が変動する等、機能保持が困難となる場合が多い



円柱面支承



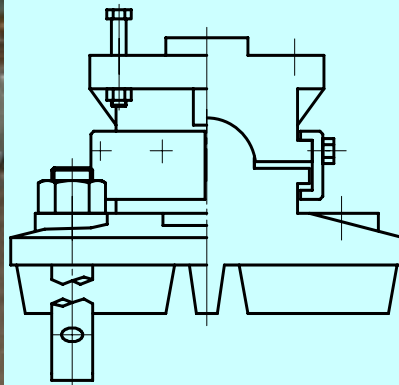
支承板支承

球面支承

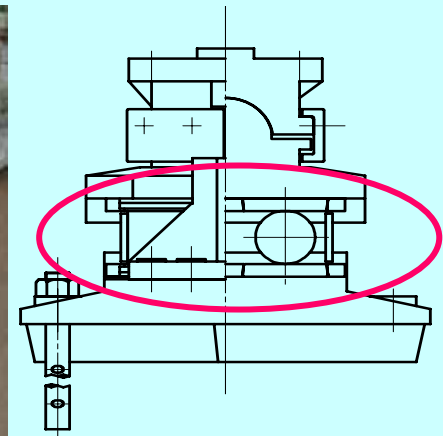
大きな鉛直力を支持できるが、球面接触部の凝着や防せいに注意が必要

線接触支承

鉛直力を平面と円柱面で支持する支承
直角方向の水平力をローラーで支持する
構造は不正移動の原因となる



球面支承



線接触支承

【鋼製支承の採用が予想される例】

大移動量や大反力となる場合

ゴム支承を用いると構造寸法が大きくなり、
けたとの取合い構造が困難となる場合

回転変形が大きく、ゴム支承の回転性能では
対処できない場合

負の力が作用する場合

**鉛直変位により路面の平坦性が損なわれ、
振動や部材の疲労が問題となる場合**

その他

橋長が長く支承反力が小さい場合

**ゴムのせん断変形で移動量を取るためにゴム
厚さが厚くなり、地震力によるせん断変形時
に所要の性能が発揮できない場合**

**支承反力と回転変位のバランスが悪く、特に
大きな回転角が必要な場合**

2.8 支承部の配置

支承部配置の基本事項，橋の形態別支承部配置，同一支承線上の支承の種類等について示した

新たに，ゴム支承部の配置について解説した

負の力や上向きを生じさせない支承部配置と，やむを得えず発生する場合の対処方法を例示

支承部に期待する機能や将来の維持管理の障害とならないよう，支承の配置計画について記述

2.9 材料

ゴム材料

せん断弾性係数 G6 , G12 , G14 を追加

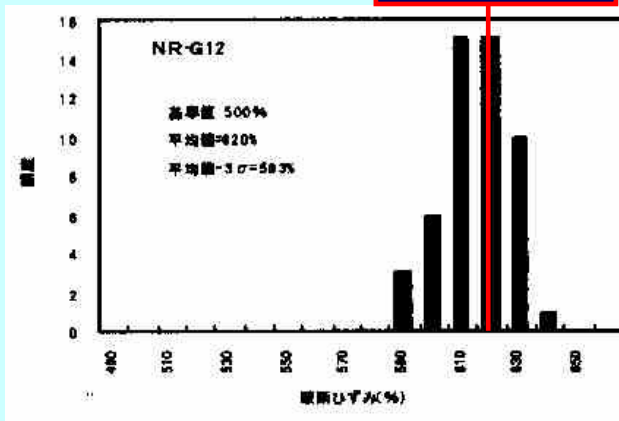
高減衰ゴムを追加

天然ゴム , クロロプレンゴムの破断伸びの見直し

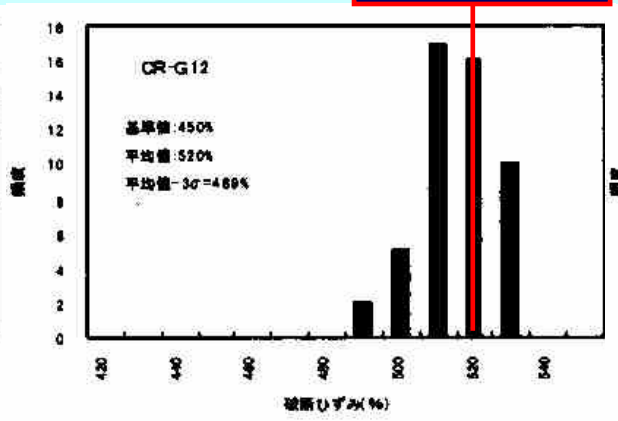
材料の種類	呼び	平成16年版改訂支承便覧		平成3年版支承便覧	
		破断伸び %	せん断弾性係数 N/mm ²	破断伸び %	せん断弾性係数 N/mm ²
天然ゴム(NR)	G6	600	0.6	-	-
	G8	550	0.8	(500)	0.78 (8 kgf/cm ²)
	G10	550	1.0	(500)	0.98 (10 kgf/cm ²)
	G12	500	1.2	-	-
	G14	450	1.4	-	-
クロロプレンゴム (CR)	G8	450	0.8	(400)	0.78 (8 kgf/cm ²)
	G10	450	1.0	(400)	0.98 (10 kgf/cm ²)
	G12	450	1.2	-	-
高減衰ゴム	G8	650	0.8	-	-
	G10	600	1.0	-	-
	G12	550	1.2	-	-

ゴム材料の破断伸び試験結果

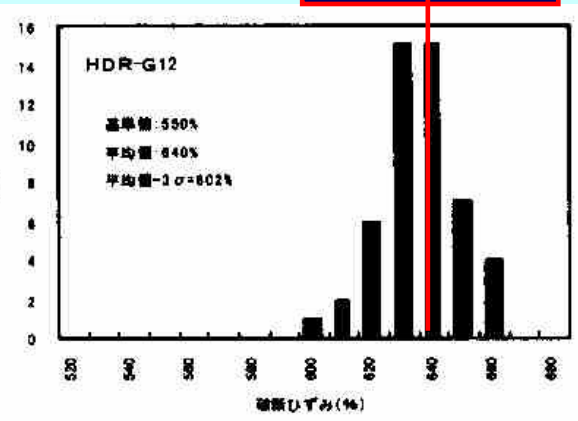
平均 620%



平均 520%



平均 640%



天然ゴムG12 クロロプレンゴムG12 高減衰ゴムG12

その他材料

四ふっ化エチレン樹脂 (PTFE)

鉛 (減衰材料として解説)

高力黄銅鋳物, 支承据付材料

について解説

第3章 支承部構造の設計

3.1 設計の基本

支承部の要求性能を解説し，性能照査すべき事項を整理した

3.3 ゴム支承のモデル化

ゴム支承・免震支承のモデル化について解説した

3.4 設計変位

地震時の移動量を追加

余裕量の取り扱いを見直した

変位調整工の種類と留意点を解説

3.5 使用材料の許容値

ゴム支承について新知見を加え見直した

3.6 支承部の性能照査

風時・地震時の性能照査を追加

ゴム支承は照査方法を一部変更

鋼製支承は構造細目の改善点を解説

支承本体の連結部の照査，構造例を記述

3.7 上部構造との取付け部について例示

3.8 下部構造との取付け部について例示

3.1 設計の基本

3.1.2 性能照査の基本

常時・風時においては，荷重力支持性能，変位追随性能の低下が生じないこと

地震時においては，地震動による水平力や鉛直力を確実に下部構造に伝達すること

ゴム支承・免震支承のせん断剛性や減衰機能は，力学的な挙動が明確な範囲で使用する

性能照査の手法

(荷重作用による応答値) (支承部の保有性能)

3.3 ゴム支承のモデル化

地震時水平力分散型ゴム支承
せん断剛性を線形ばねで
モデル化

免震支承

力と変位の関係

ひずみ依存性を評価して設定

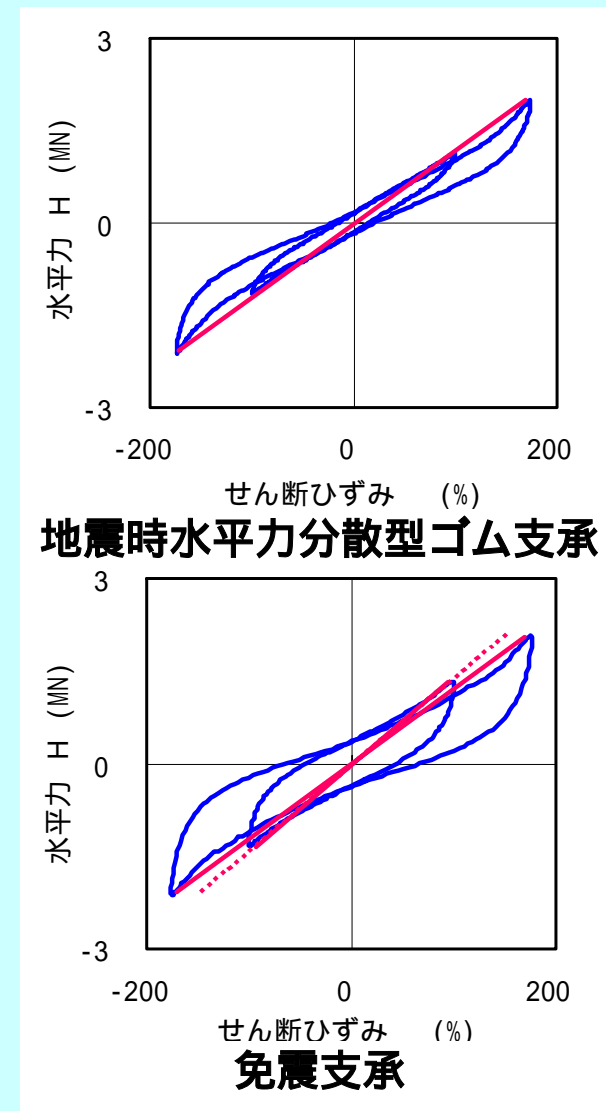
等価線形モデルの場合

等価剛性・等価減衰定数を算出

非線形履歴モデルの場合

復元力はバイリニアモデル

減衰は履歴減衰で評価



履歴曲線の例

解析モデル

線形ばねモデル

- ・ 常時，風時，レベル1地震動等，弾性解析に使用

等価線形モデル

- ・ レベル2地震動による橋の非線形域の応答を等価線形化法により解析する場合に使用
- ・ せん断特性は有効せん断ひずみで算出

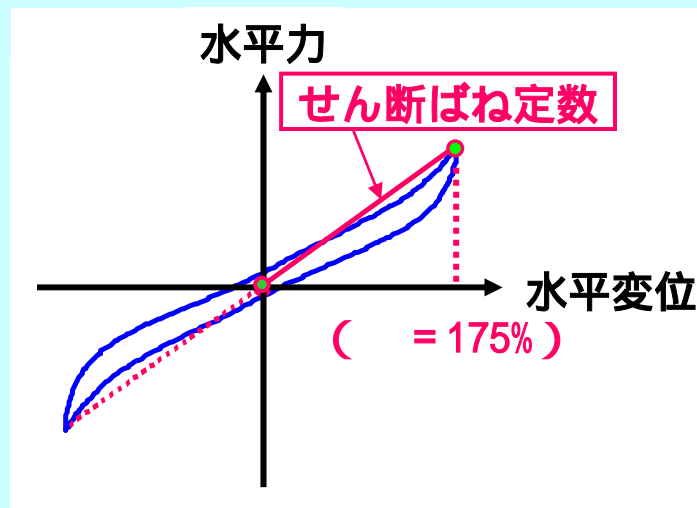
非線形履歴モデル

- ・ 非線形性を直接評価する時刻歴応答解析法に適用
- ・ せん断履歴特性は設計せん断ひずみで算出

積層タイプ及びリングプレートタイプゴム支承

せん断ばね定数

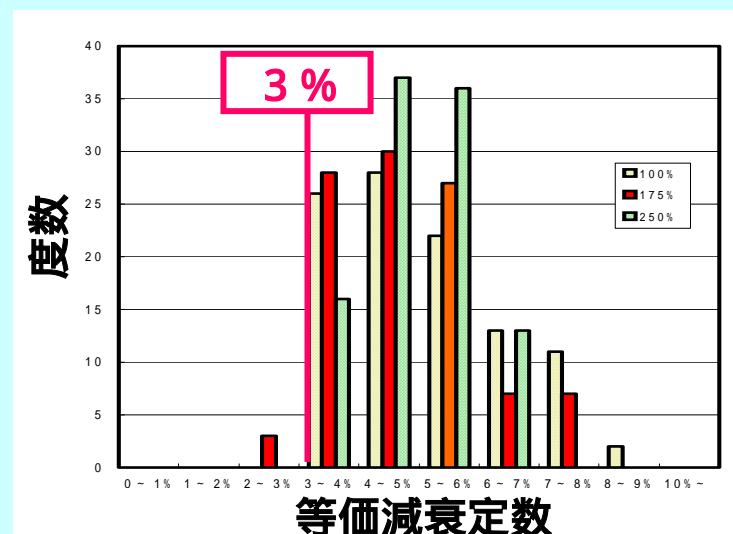
原点とせん断ひずみ175%
相当の水平変位を結んだ
線形ばね



水平力 - 水平変位関係

等価減衰定数

実績データより減衰定数は3%



鉛プラグ入りゴム支承

積層タイプと鉛プラグのせん断剛性を重ね合わせたモデル

等価剛性

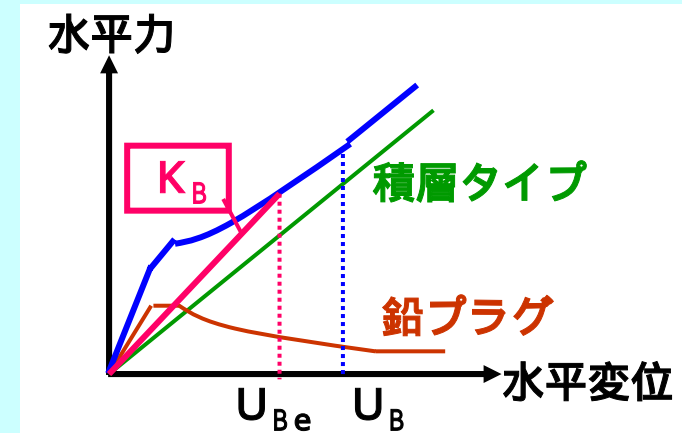
実験より，鉛プラグのせん断剛性を定式化

等価減衰定数

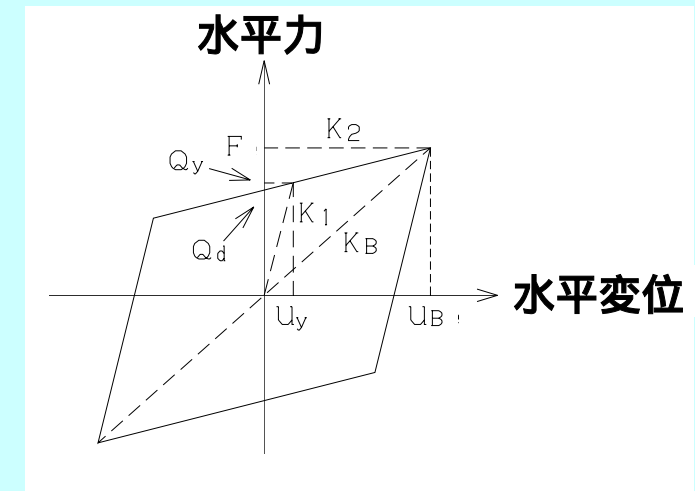
バイリニア型の復元モデルより算定

バイリニアモデル

実験より，一次 / 二次剛性比，降伏荷重を設定



水平力 - 水平変位関係



バイリニアモデル

高減衰ゴム支承

等価剛性

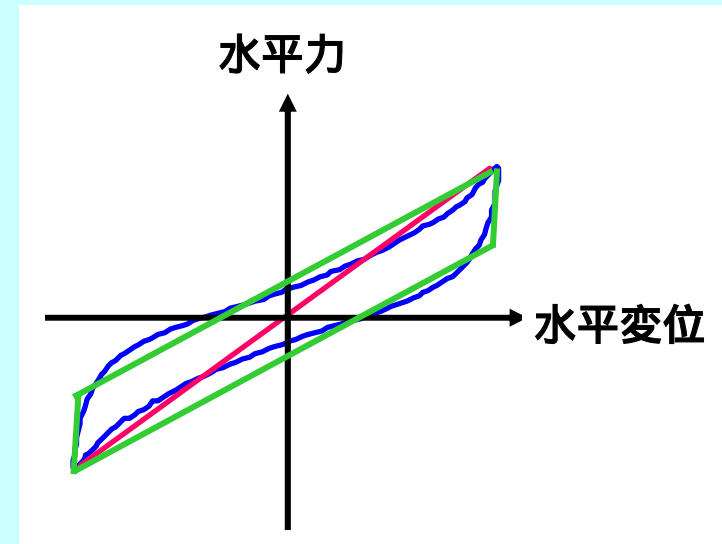
実験より，等価せん断弾性
係数として定式化

等価減衰定数

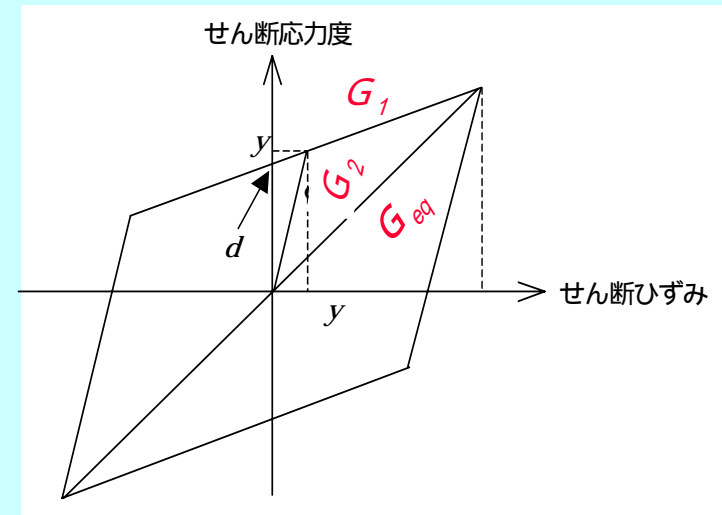
実験より，等価減衰定数を
定式化

バイリニアモデル

実験より，一次剛性，二次
剛性をせん断弾性係数とし
て定式化



水平力 - 水平変位関係



バイリニアモデル

3.4 設計変位

3.4.2 地震時の移動量

地震動による移動量 [道示 V 6 , 7]

地震動による移動量に加算する移動量

コンクリートのクリープ，乾燥収縮，プレストレスによる弾性変形などの移動量は，変位調整によって除去しない場合，加算する

ただし，レベル2地震動では橋脚に非線形応答が生じ，ゴム支承の地震時応答に対する影響が小さくなるため，加算しない

3.4.3 余裕量

移動量算定や施工時の誤差として余裕量を考慮

余裕量は常時の移動量に加算

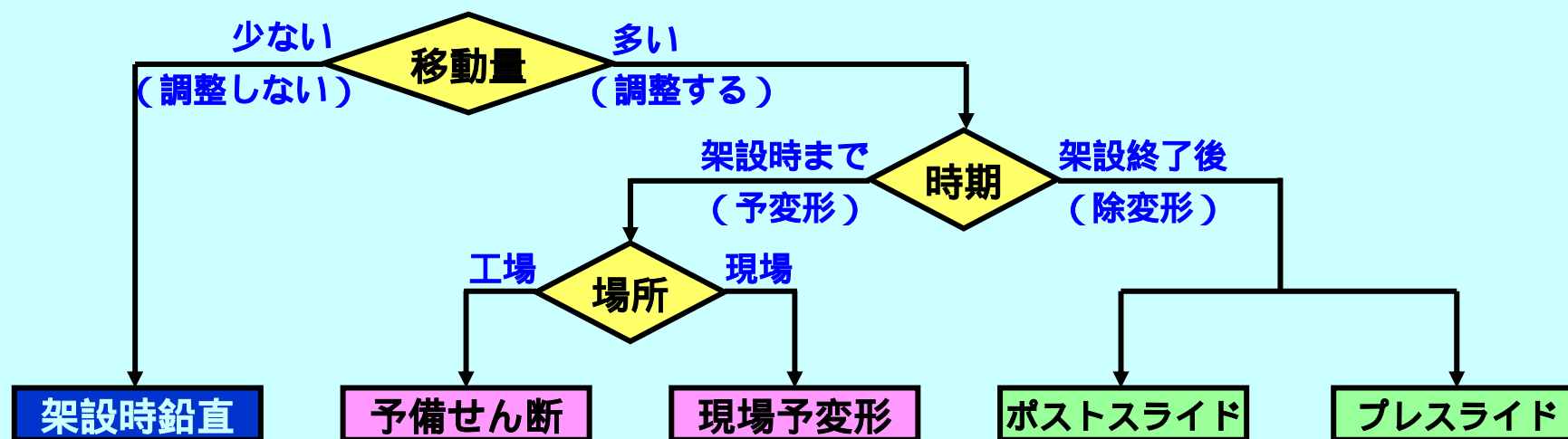
鋼製支承

5度の温度変化に相当する値

ゴム支承

- ・ 一般的な据付の場合
設計で考慮する温度変化の範囲に含める
- ・ 変位調整を行なう場合
5度の温度変化に相当する値

3.4.4 変位調整における注意事項



治具解放や溶接固定時の作業空間を確保

ジャッキの反力受けを予め下部構造に配置

架設時や変位調整時の足場を配慮

3.5 使用材料の許容値

3.5.1 ゴム支承

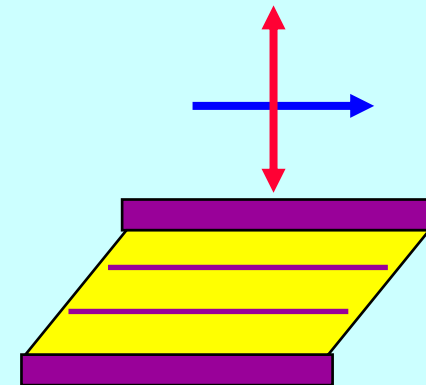
最大圧縮応力度及び圧縮応力振幅

圧縮疲労試験

鉛直力支持性能と荷重変動による疲労耐久性の向上を図る目的で試験を行った

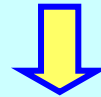
試験条件

供試体	: 400mm
一次形状係数	: 8 ~ 12
せん断ひずみ	: 70%一定
圧縮応力振幅	: 5.5 ~ 12.0N/mm ²
圧縮繰返し回数	: 200万回

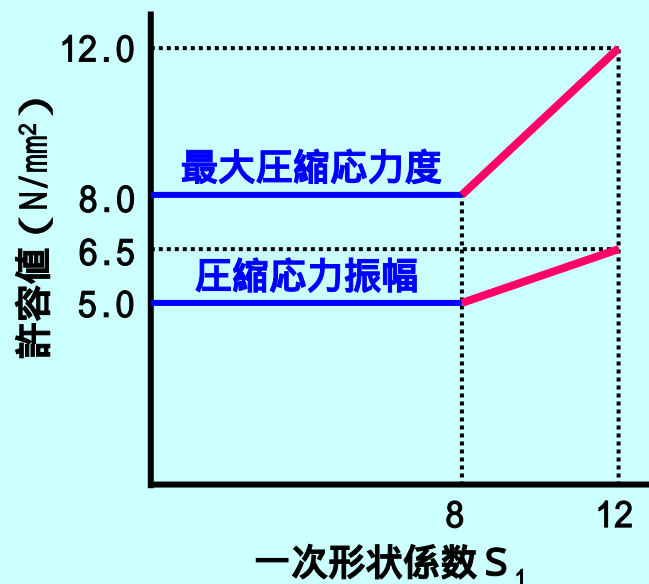


試験結果

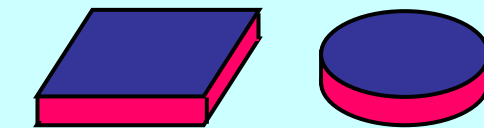
- ・ 圧縮剛性やせん断特性の大きな変化は認められず
- ・ 供試体の外観異常なし



S_1 の関数として、最大圧縮応力度を 12.0N/mm^2 、
圧縮応力振幅を 6.5N/mm^2 まで引き上げ($S_1 = 8$)



許容値と一次形状係数の関係



$$S_1 = \frac{\text{補強材の拘束面積}}{\text{側面の自由面積}}$$

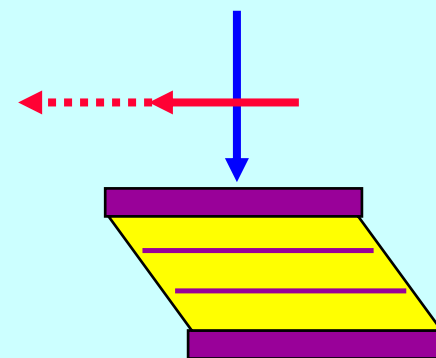
せん断ひずみ

せん断変形性能試験

せん断変形による破断限界，平面寸法の破断ひずみへの影響を把握するための試験を行った

試験条件

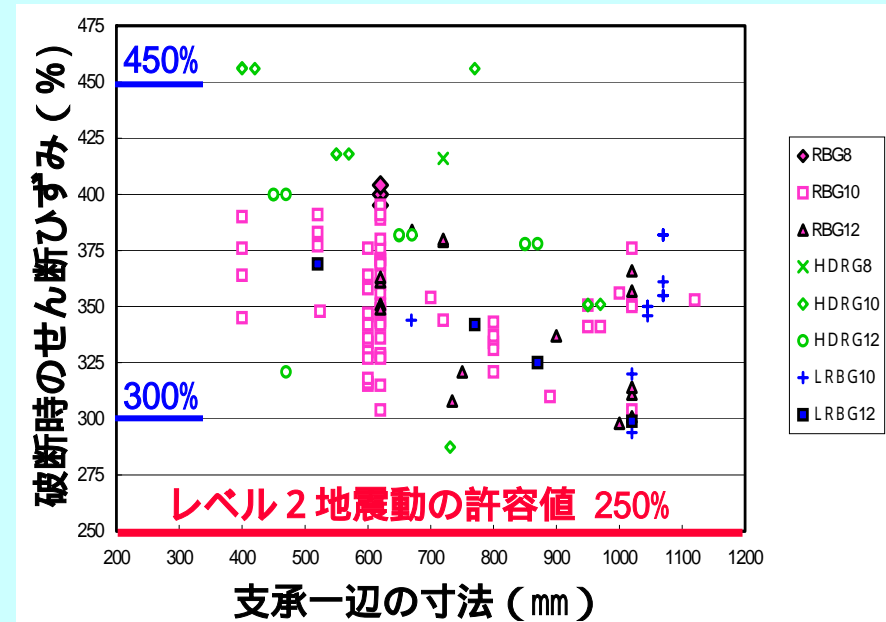
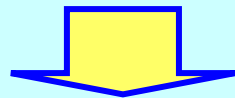
供試体 : 400 ~ 1100mm
鉛直荷重 : 死荷重反力相当
せん断ひずみ : 破断まで



せん断変形性能試験

試験結果

- 破断ひずみは300～450%
- 水平力 - 水平変位関係の安定領域は270～300%
- 平面寸法が大きいか程、破断ひずみは小さい



せん断変形性能試験結果

レベル2地震動に対しては、水平力 - 水平変位関係の安定領域に若干の余裕を考慮し、250%に設定
風時及びレベル1地震動に対しては、荷重の発生頻度を考慮し、常時の約2倍の150%に設定

局部せん断ひずみ

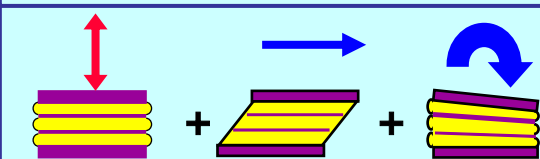
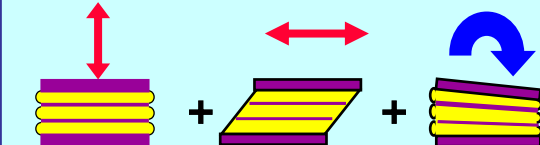
疲労耐久性試験

圧縮，せん断及び回転変位によるせん断ひずみが重複する局部に着目し，その疲労耐久性の確認試験を行った

試験条件

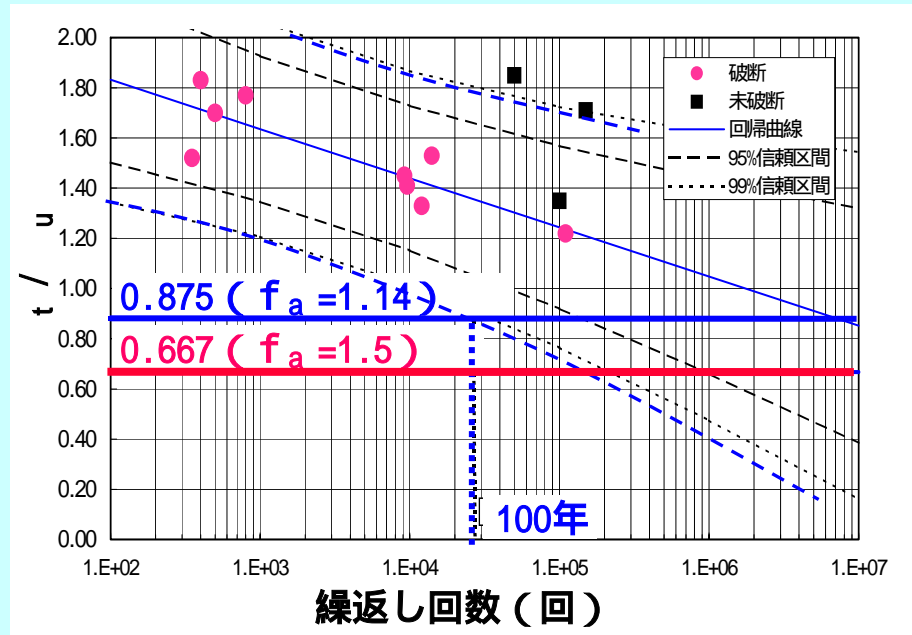
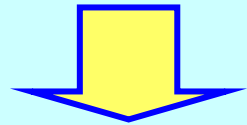
供試体： 240mm

载荷条件

	圧縮	せん断	回転	载荷状態
反復圧縮	0 ~ 780%	80 ~ 300%	75%	
反復圧縮 反復せん断	560 ~ 730%	100 ~ 300%	75%	

試験結果

- 反復圧縮では破断せず，せん断ひずみが支配的
- 疲労限界曲線の99%信頼区間より，繰返し100年相当の安全係数 1.14



疲労耐久性試験結果

圧縮ばね定数のばらつき1.3を考慮し，常時の安全係数1.5 (1.14×1.3) を確認

地震時は，繰返し回数が少なく，せん断ひずみの照査をすれば十分安全であるため，照査はしない

引張応力度

引張破断試験

せん断ひずみを変化させ、引張応力度の限界を把握する試験を行った

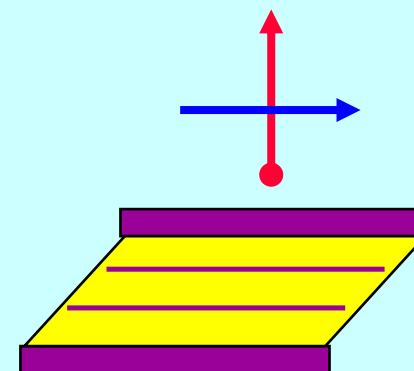
試験条件

供試体 : 280 , 340mm

せん断ひずみ : 35 ~ 380%

引張荷重 : 破断まで

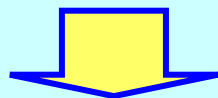
繰返し回数 : 5回



引張破断試験

試験結果

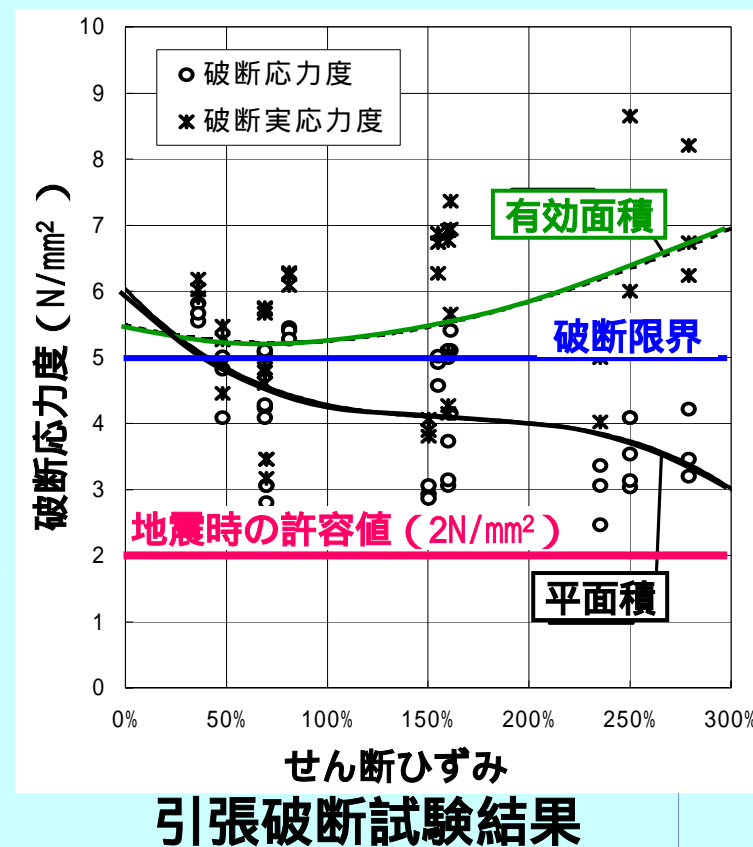
- せん断ひずみが多いほど破断応力度は小さい
- 変形を控除した有効面積での実応力度は $5\text{N}/\text{mm}^2$ 程度



地震時は，安全率2.5を考慮してG10を $2\text{N}/\text{mm}^2$ ，呼びごとに材料物性を考慮し設定

風時は，地震時の許容応力度の割増係数を考慮し設定

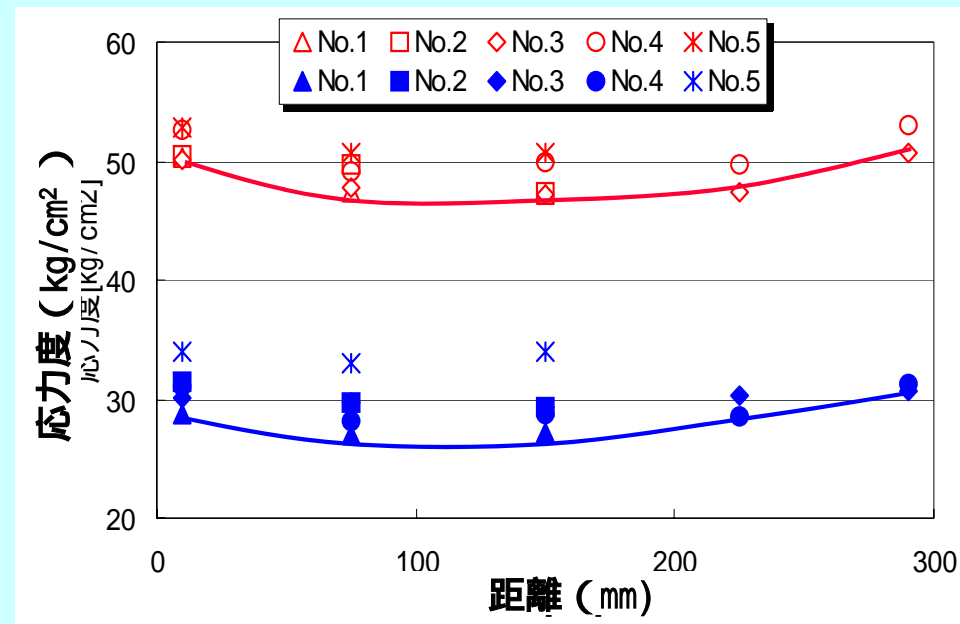
常時は，疲労耐久性が未確認のため引張力を負担させない



3.5.2 鉄 鋼

鑄鋼品

質量効果を考慮し，肉厚150mmを超える部材の
許容応力度は，肉厚に応じて**低減**

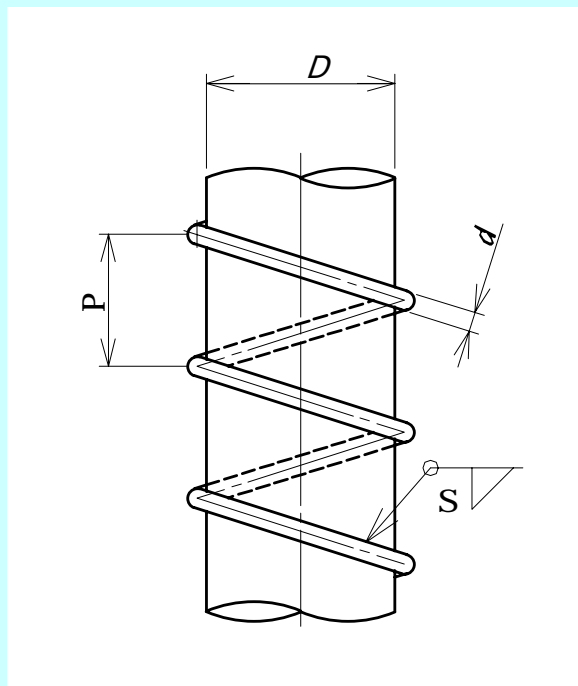


肉厚300mmの質量効果の例

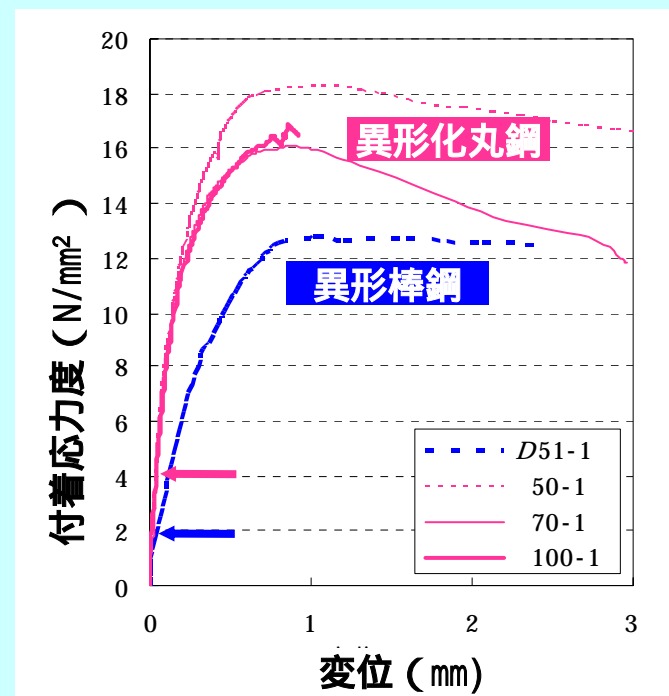
3.5.3 コンクリート及び無収縮モルタル

アンカーボルトの付着応力度

異形化丸鋼の許容応力度は，実験より異形棒鋼
と同等として扱う



異形化丸鋼



引抜試験結果

3.6 支承部の性能照査

3.6.1 ゴム支承本体

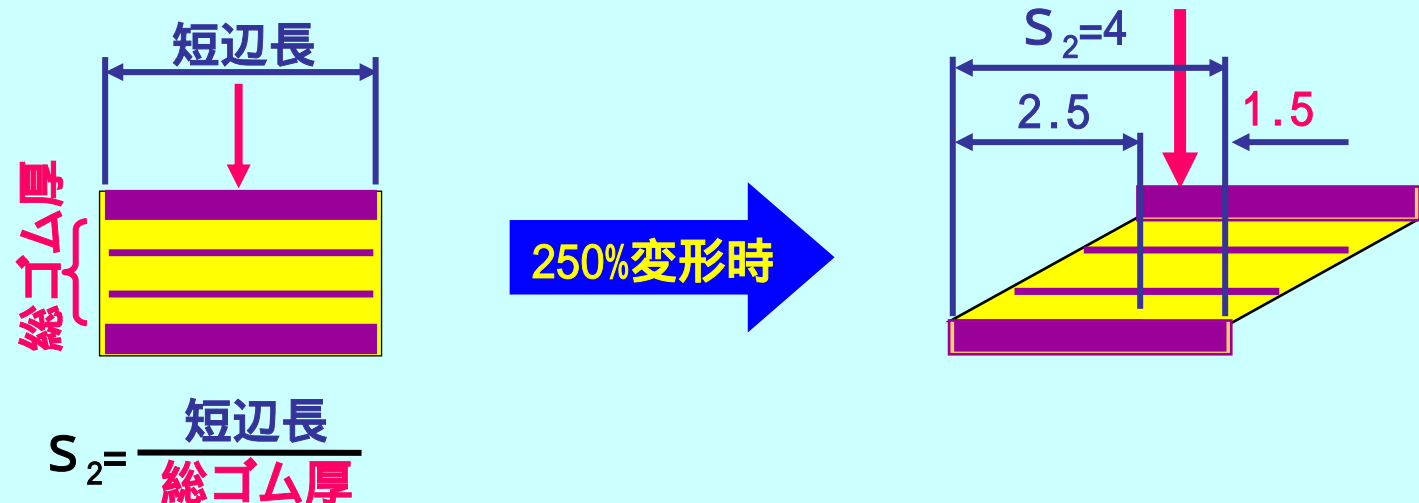
性能	荷重作用による応答値	照査項目	備考
鉛直力 支持	最大反力 (常時) 活荷重変動 (常時) 最小反力 (常時)	最大圧縮応力度 圧縮応力振幅 最小圧縮応力度	パッド型
	下向き力 (常時, 風時, 地震時) 上向き力 (常時, 風時, 地震時) 下向き力 (常時, 風時, 地震時) 活荷重反力 (常時)	座屈安定性 引張応力度 内部鋼板の引張応力度 圧縮変位置量	端支点部
変位 追隨	水平変位 (常時, 風時, 地震時) 回転変位 (常時)	せん断ひずみ 回転機能	
疲労 耐久性	最大反力 + 水平変位 + 回転変位 (常時)	局部せん断ひずみ	

座屈安定性

圧縮応力度が，座屈を考慮した圧縮応力度の許容値以下（ $\sigma_{cra} = G_e \cdot S_1 \cdot S_2 / f_{cr}$ ）

常時・風時・地震時の許容値の係数 f_{cr} は，荷重強度や発生頻度を考慮して設定

地震時水平変位に対する有効圧縮面積を確保，二次形状係数 S_2 は 4 程度以上



内部鋼板の引張応力度

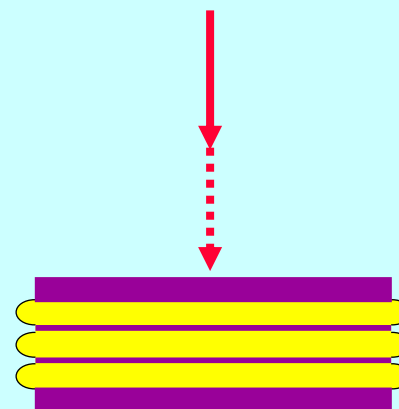
圧縮限界試験

鉛直力支持性能の限界と破壊要因を把握するため
試験を行った

試験条件

供試体 : 240mm

鉛直荷重 : 破断まで



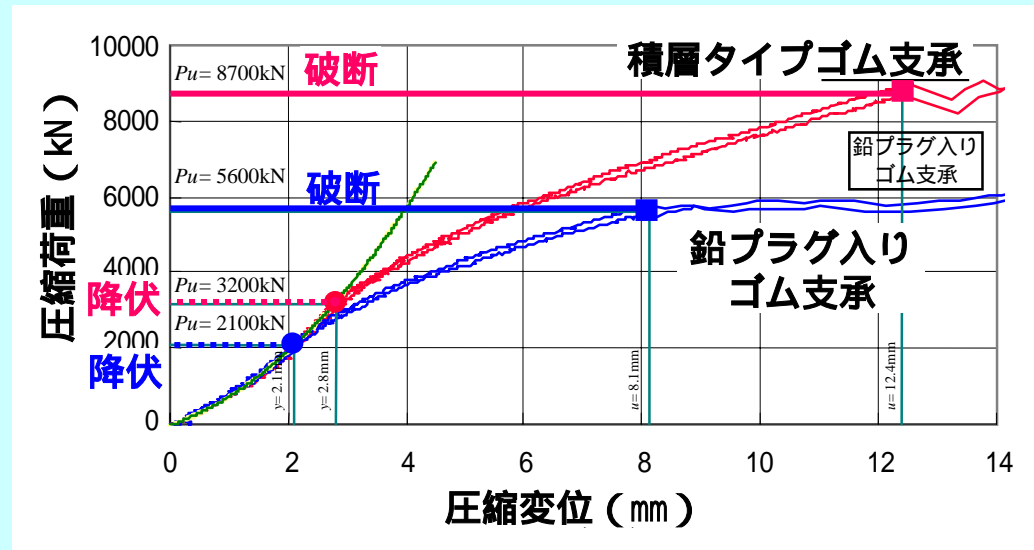
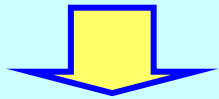
積層タイプゴム支承



鉛プラグ入りゴム支承

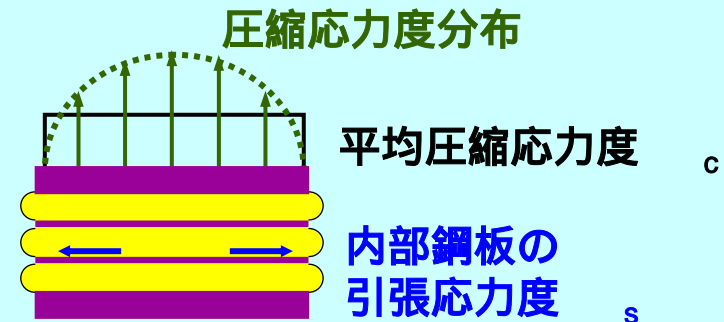
試験結果

- 内部鋼板が破断
- 破断・降伏荷重とも無孔の場合は有孔の約1.5倍



圧縮限界試験結果

応力度算出のための係数 f_c
 圧縮応力度分布を考慮し、
 無孔の場合は、 $f_c = 2$
 圧縮限界試験の結果より、
 有孔の場合は、 $f_c = 3$



$$s = f_c \times c \times t_e / t_s$$

端支点部の圧縮変位量

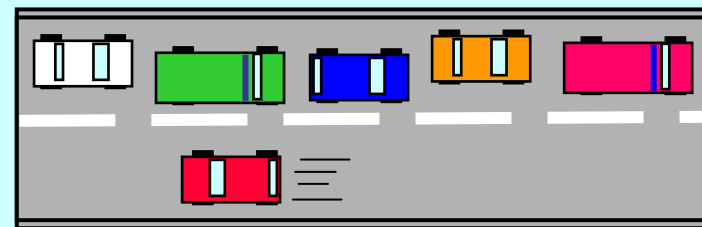
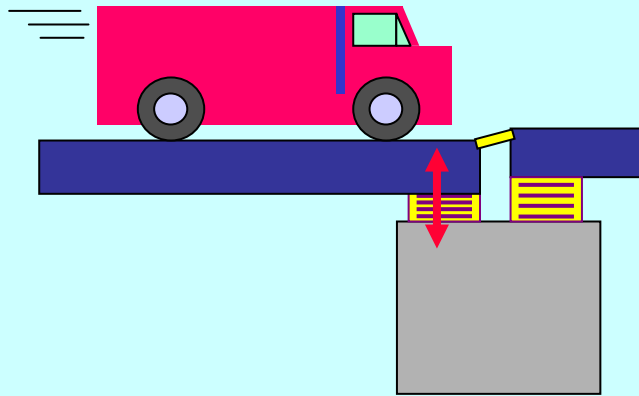
車両走行時に生じる端支点部の路面段差を小さくするために規定した

照査荷重

片側渋滞時を想定，活荷重反力の1/2

許容変位量

伸縮装置の据付け許容差 2 mmに，ゴム支承の圧縮変位の品質管理の許容差 1 mmを考慮して，1 mm



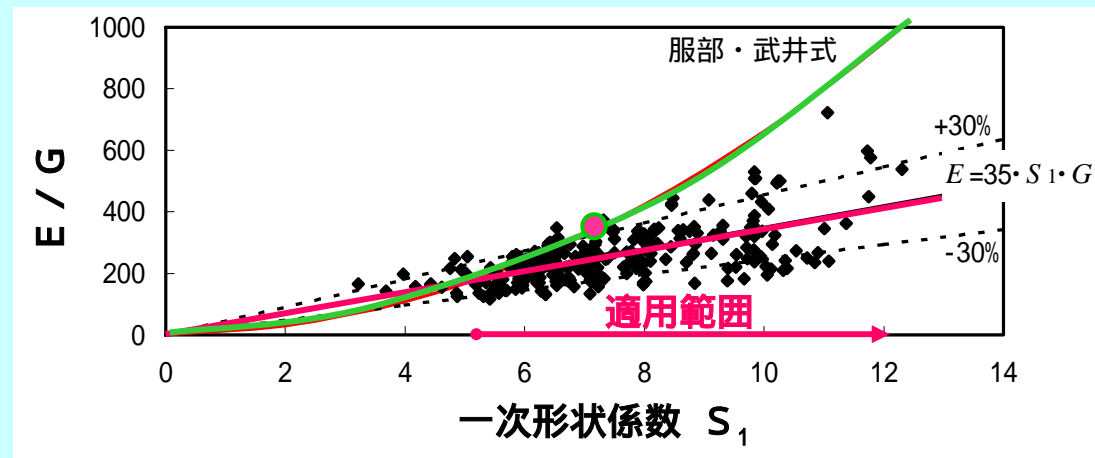
回転機能

実績データ範囲： $S_1 = 5 \sim 11$ ，辺長比 $0.5 \sim 2.0$

縦弾性係数 E は S_1 に単純比例，支承の種類ごとに勾配を決定

平面形状や辺長比が実績データ範囲外の場合は，服部・武井式で補完

回転機能照査時には，ばらつき30%を考慮

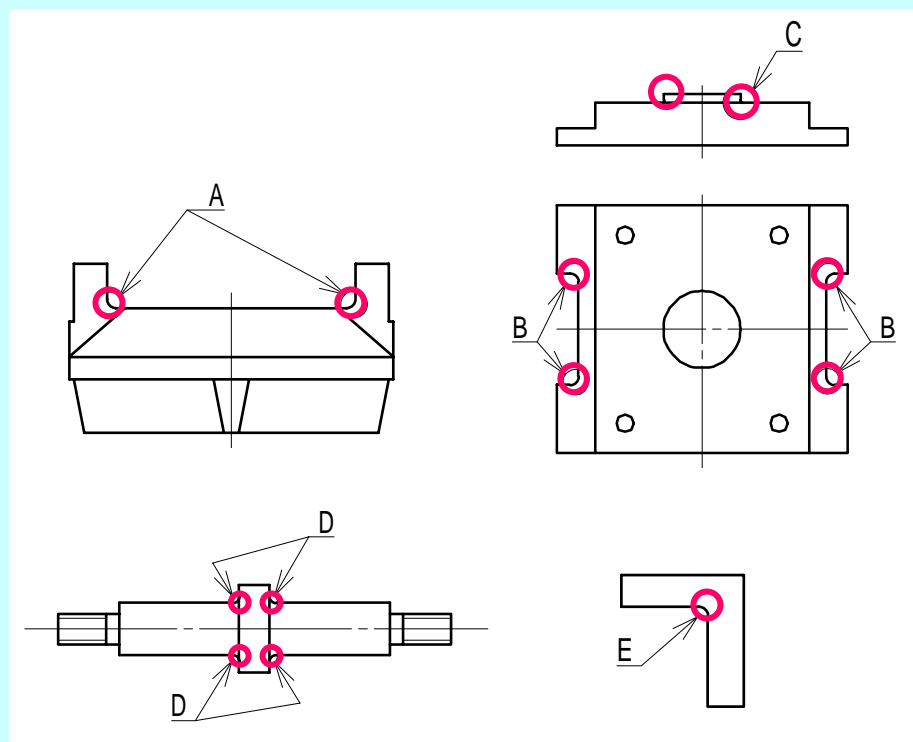


積層タイプゴム支承の例

3.6.2 鋼製支承本体

構造細目

隅角部の丸み付け

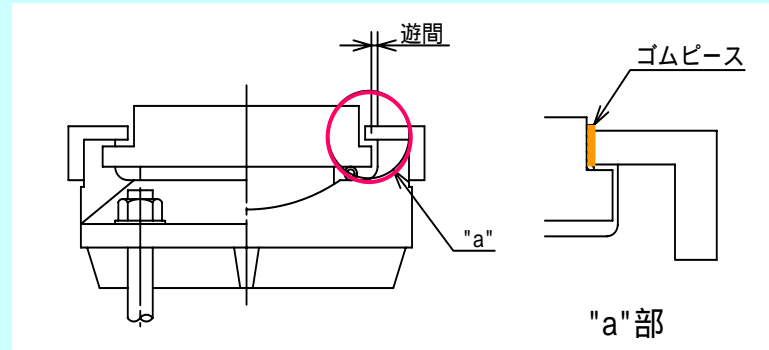


応力集中緩和する箇所

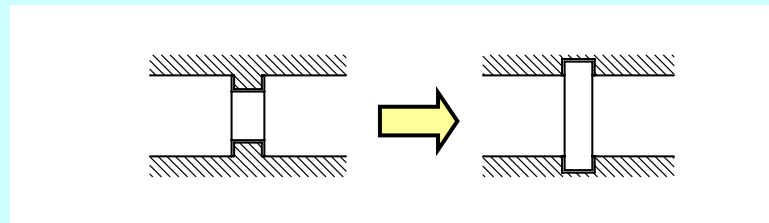


損傷事例

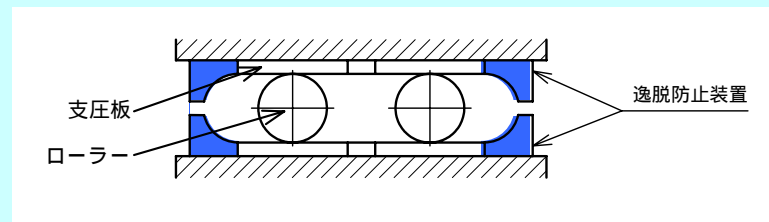
遊間保持による各個撃破対策



ピン軸部の欠損断面改良

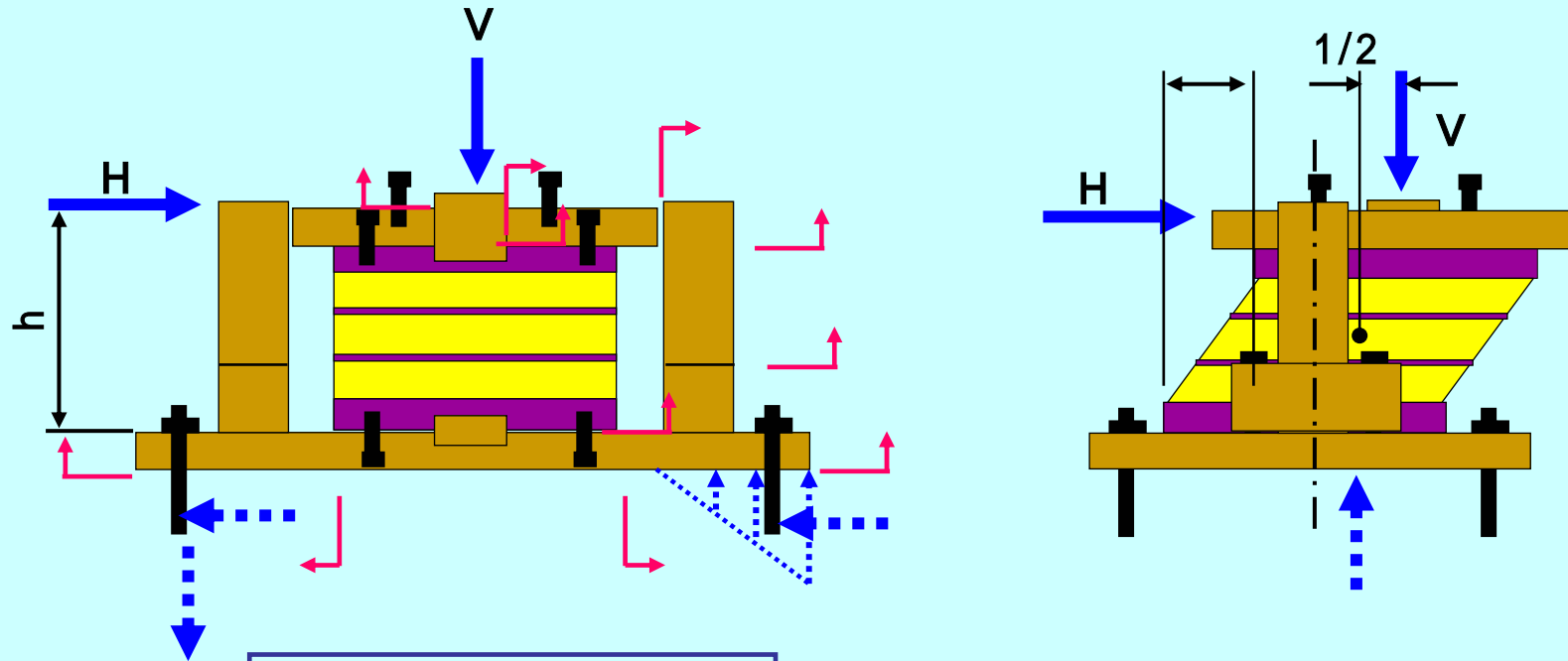


ローラーの逸脱防止



3.6.3 取付け部

【作用力及び部材断面の性能照査例】



照査項目

- ・ 支圧応力度
- ・ 引張応力度
- ・ 曲げ応力度
- ・ せん断応力度
- ・ 合成応力度

【ゴム支承取付け部の構造例】

本体と上下沓

ボルト + せん断キー	
上下沓一体加硫成形 (フランジ付きともいう)	
連結なし (パッドタイプ)	

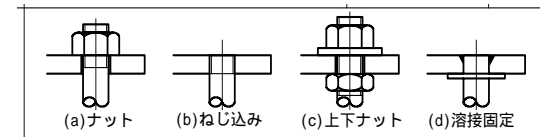
上部構造

ボルト + せん断キー	
取付けボルトのみ	
摩擦接合用高力ボルト・ナットのみ	
アンカーバーによる 直接連結	

下部構造

ベースプレート有 (下沓溶接)	
ベースプレート有 (下沓ボルト連結)	
ベースプレート無	

アンカーボルト

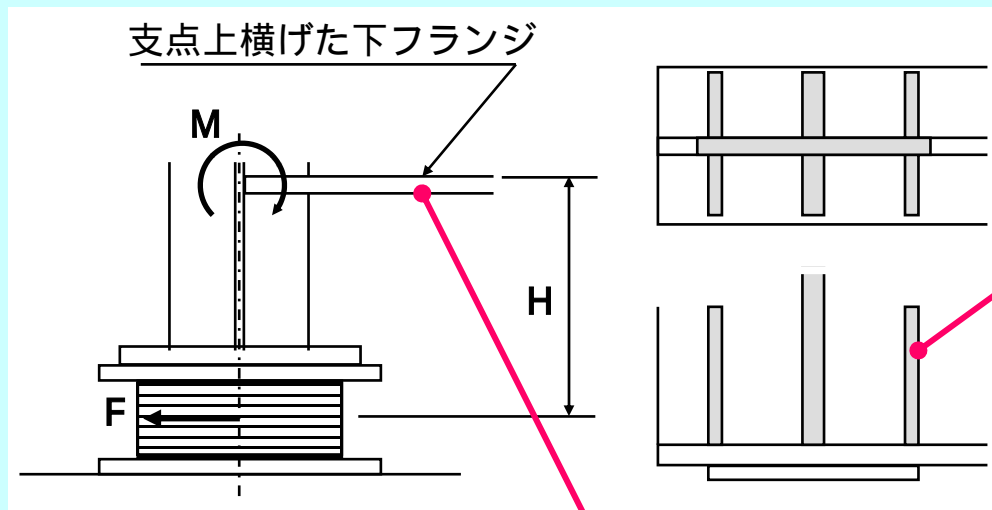


材質により相対部材の
縁端距離を確保

3.7 上部構造の支承取付け部

3.7.1 鋼上部構造

鋼工げた取付け部

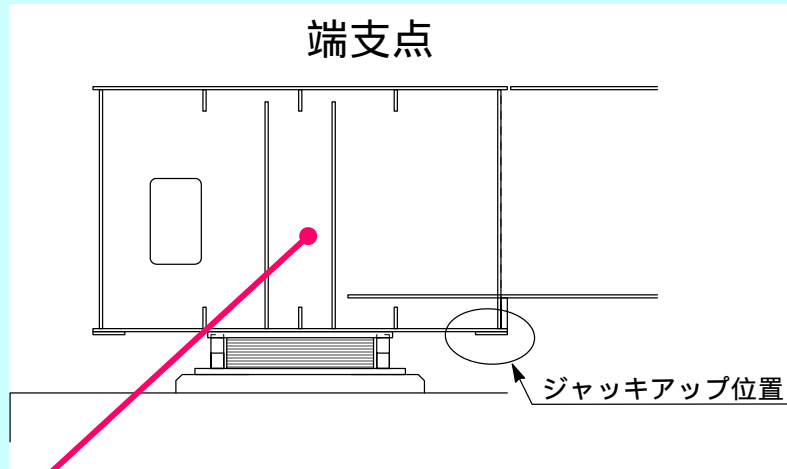


補強リブ
支承縁端の直上に配置、
けた高の1/2程度まで

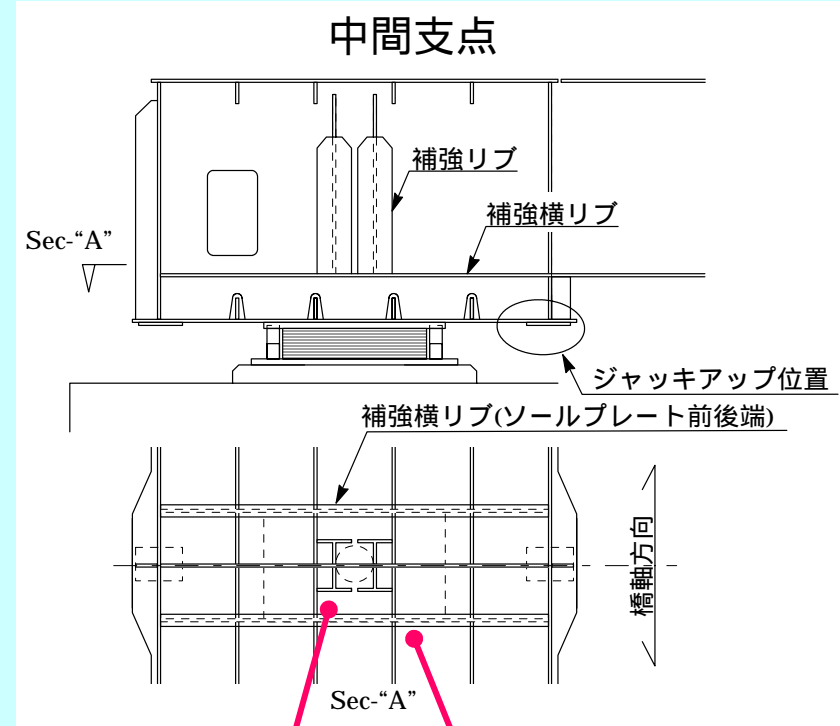
横げた下フランジ
橋軸直角方向の水平力に
よる主桁の座屈防止のため、
できるだけ下げる



鋼箱げた取付け部



支点上補剛材
ダイヤフラム両側
に2箇所ずつ配置

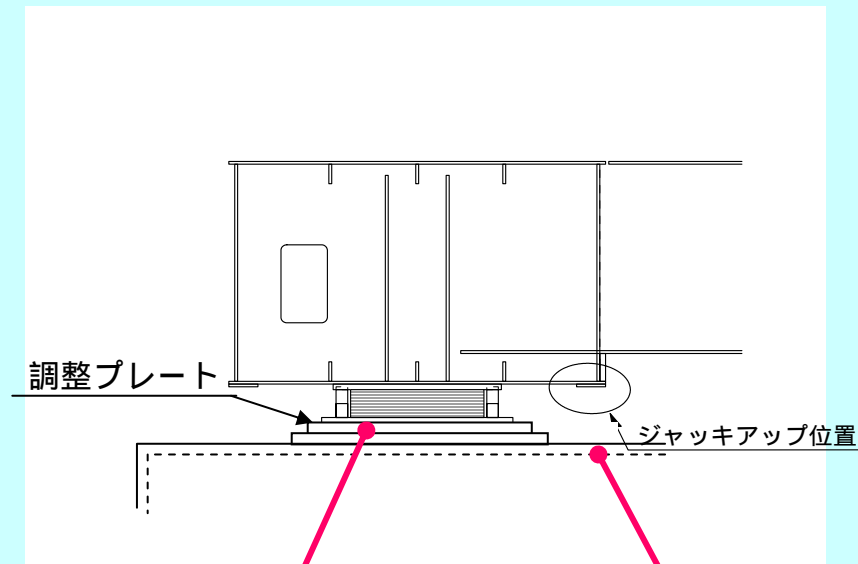


支点上補剛材
補剛材の板厚が厚
くなる場合はT型

横リブ
支承面積が大きい
場合は追加

3.8 下部構造の支承取付け部

3.8.1 鋼下部構造



調整プレート

ゴム支承の場合は、架設時の高さ調整のため設置

ジャッキアップ補強

架設時や維持管理のための補強

第4章 品質管理と検査

ゴム支承の品質管理を中心に，試験の
目的と検査方法を解説

鋼製支承の載荷試験方法の例を記述

新しい構造や材料の性能検証項目を記述

4.2 ゴム支承

試験により検証する項目

材料検査

性能検査

試験以外で性能を確認する項目

寸法検査

防せい防食

外観検査

品質検査項目の例

特に重要な改訂及び新しい検証項目

項目		改訂後	改訂前
材料	ゴム材料の物理的性質	基本特性	
		老化・耐久性	
	接着強さ(90度剥離試験)		
	低温状態のオゾン劣化試験		記載なし
	ゴム材料の化学成分		
寸法	鋼材および鉛, P T F E		
	内部鋼板		
	ゴム支承本体		
	組立完成品		
防せい 防食	その他の寸法		
	めっき付着量(膜厚)		
性能	塗装塗膜厚		
	圧縮ばね定数		
	圧縮変位置		記載なし
	せん断剛性(等価剛性)		
	等価減衰定数		記載なし
	せん断変形性能		記載なし
外観等	疲労耐久性能		記載なし
	完成品の外観		
	内部鋼板位置		

基本特性と老化・耐久性に分けた

寒冷地に用いる被覆ゴムの老化試験を新設

鋼製支承の項から移動

試験片またはミルシート 実製品 供試体

材料検査

【製造工程の中で行う品質管理】

ゴム材料の物理的性質

- ・ 基本特性(日常試験)
破断伸び, 引張強さ
- ・ 老化・耐久性(定期試験)
耐久性・耐候性試験

【主な改訂事項】

ゴム材料

- ・天然ゴム，クロロプレンゴムの物理的性質の一部を最新のデータにより改訂
- ・高減衰ゴムの化学成分，物理的性質を追加

オゾン劣化試験（寒冷地における被覆ゴム）

- ・低温状態での耐オゾン性を確認するための試験方法を新設

ゴム材料の化学成分

試験項目		改訂後	改訂前
ポリマー定性	NR	JIS K 6230	
	CR		
	高減衰	JIS K 6231	記載なし
全ポリマー定量	NR	JIS K 6226-1	
	CR	JIS K 6226-1 に準拠	
	高減衰	JIS K 6226-1	記載なし
補強剤の定量	NR	JIS K 6226-1 JIS K 6227	
	CR	JIS K 6226-1 に準拠 JIS K 6227	
	高減衰	JIS K 6226-1 JIS K 6227	記載なし
灰分の定量	NR	JIS K 6226-1 JIS K 6228	
	CR	JIS K 6226-1 に準拠 JIS K 6228	
	高減衰	JIS K 6226-1	記載なし

最新のJISを
適用
高減衰ゴム
を追加

低温状態のオゾン劣化試験



寒冷地に使用する被覆ゴムの耐候性を検証

試験後に肉眼観察でき裂のないことを確認



オゾン試験装置

オゾン濃度 (50pphm) と
温度 (-30) を管理

試験片の伸長

治具により伸びを (20%)
保持

性能試験

【載荷試験により性能を検証】

鉛直力支持

- ・ 圧縮変位量, 圧縮ばね定数の確認 ()
- ・ ゴム支承本体の外観の確認 ()
- ・ 内部鋼板の枚数と位置の確認 ()

水平力支持

- ・ せん断剛性の確認 ()
- ・ せん断変形性能の確認 ()

変位追隨

- ・ 常時の水平移動を目視により確認
- ・ 回轉變位の追隨を圧縮試験により確認

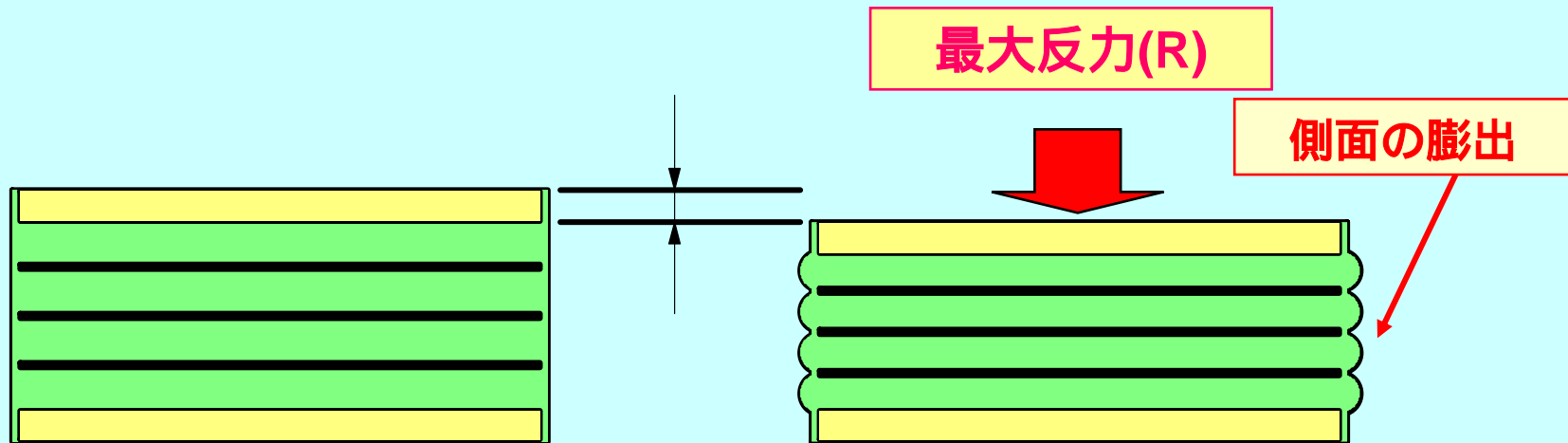
減 衰

- ・ 免震支承の等価減衰定数は、せん断試験により設計値以上であることを確認

耐久性

- ・ ゴム支承の疲労耐久性を圧縮疲労試験により確認

鉛直力載荷試験 ()



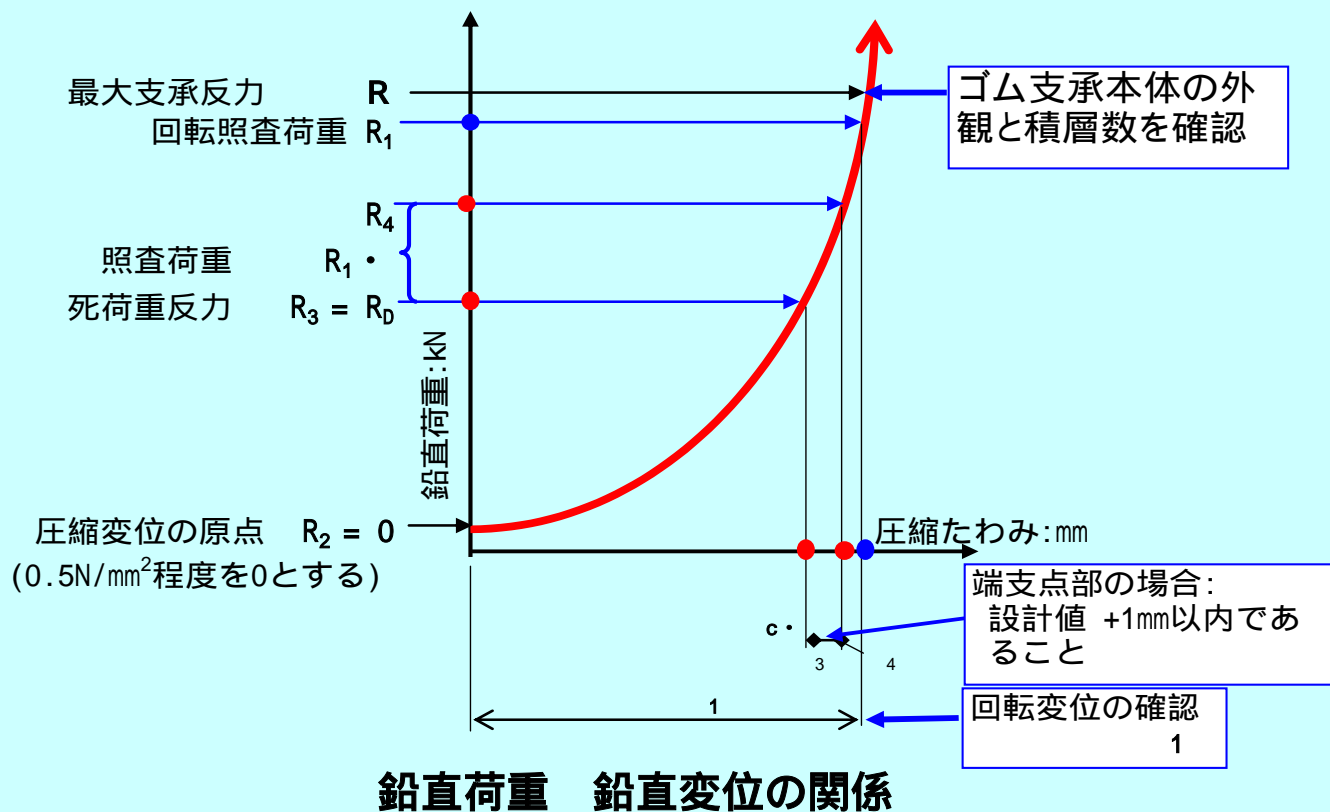
目的

鉛直力支持性能，圧縮変位量の確認，圧縮ばね定数の確認，回転変位の追従を確認

試験方法

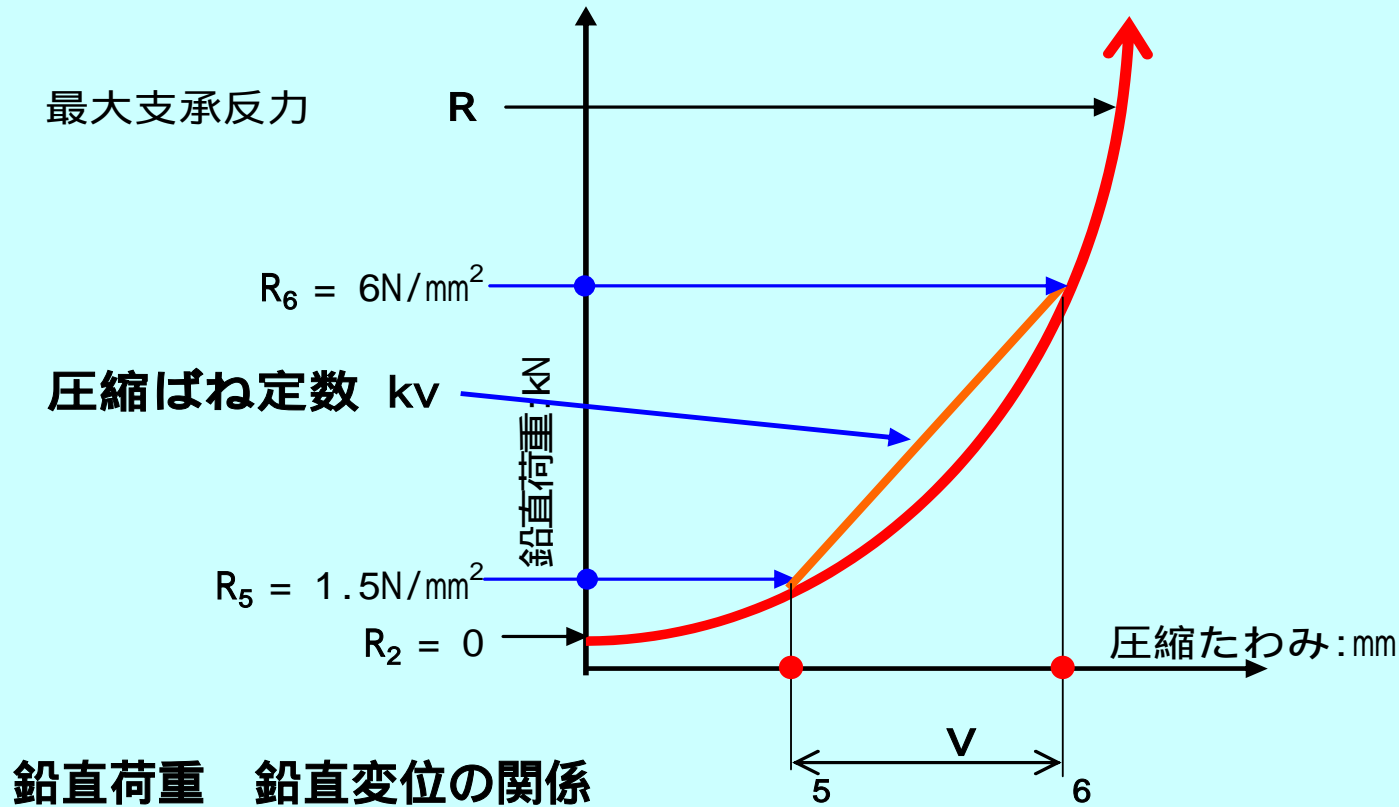
最大反力に相当する鉛直荷重を載荷，荷重 - 変位曲線を測定する

鉛直変位と回転の検証



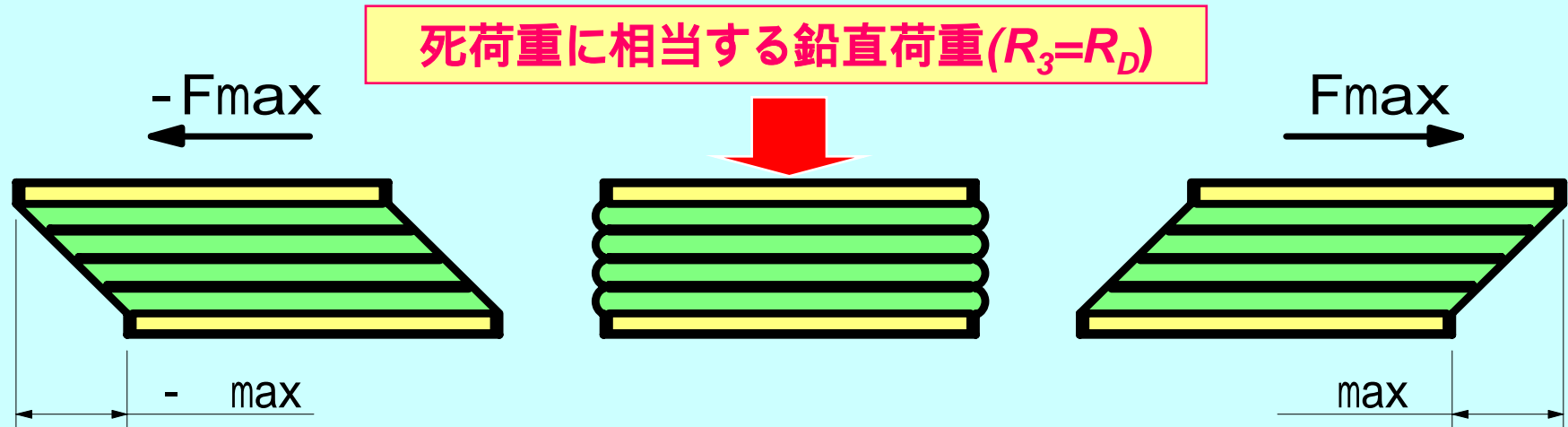
荷重を支持し，外観に異状のないこと
 内部鋼板の位置確認
 回転変位量に追従する圧縮変位の確認
 桁端では，照査荷重に対して，設計値 + 1mm以内

圧縮ばね定数の検証



解析で採用した場合、圧縮ばね定数を検証
圧縮ばね定数 (k_v) は $1.5 \sim 6 \text{ N/mm}^2$ の範囲を測定
設計値に対して $\pm 30\%$ 以内であることを確認

せん断剛性試験



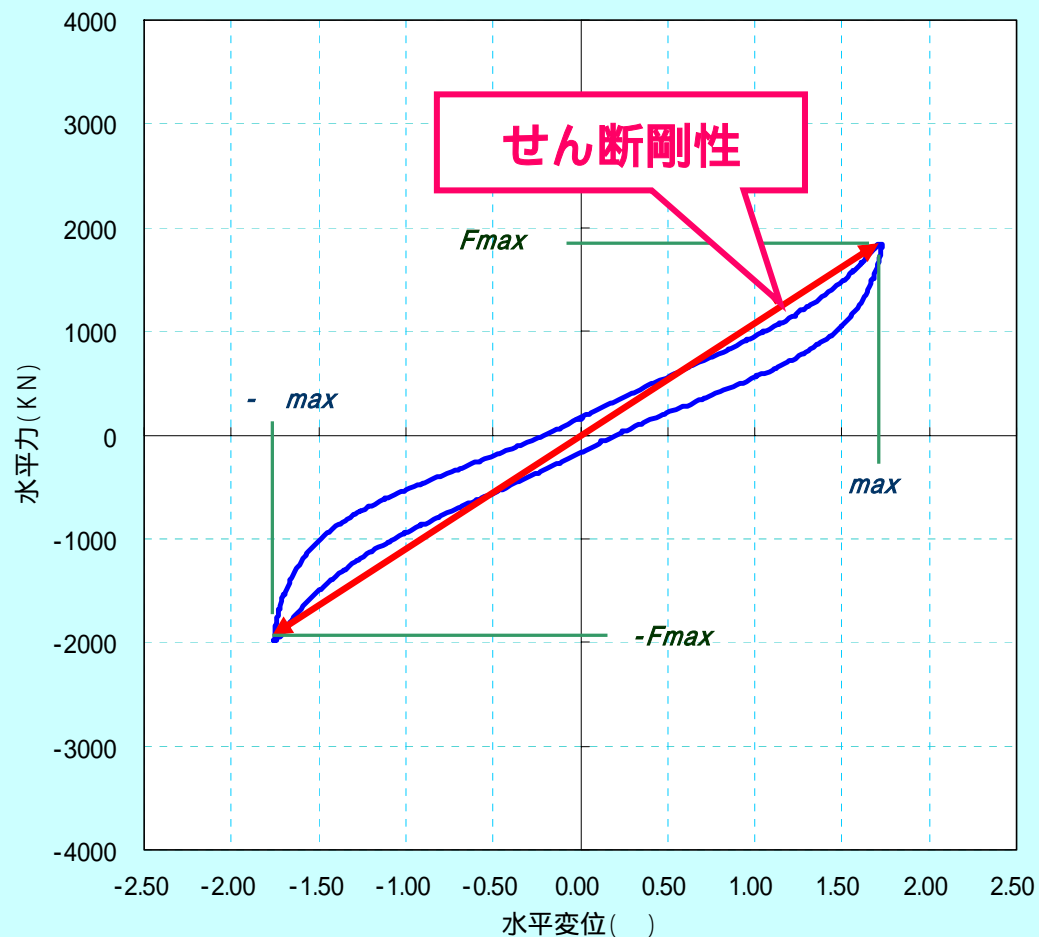
目的

せん断剛性，水平移動，減衰性能の確認

試験方法

死荷重に相当する鉛直荷重を載荷し，正負繰返し水平変位（有効設計変位または，ゴム厚さの $\pm 175\%$ ）を与える

せん断剛性の検証



せん断剛性の模式図

測定

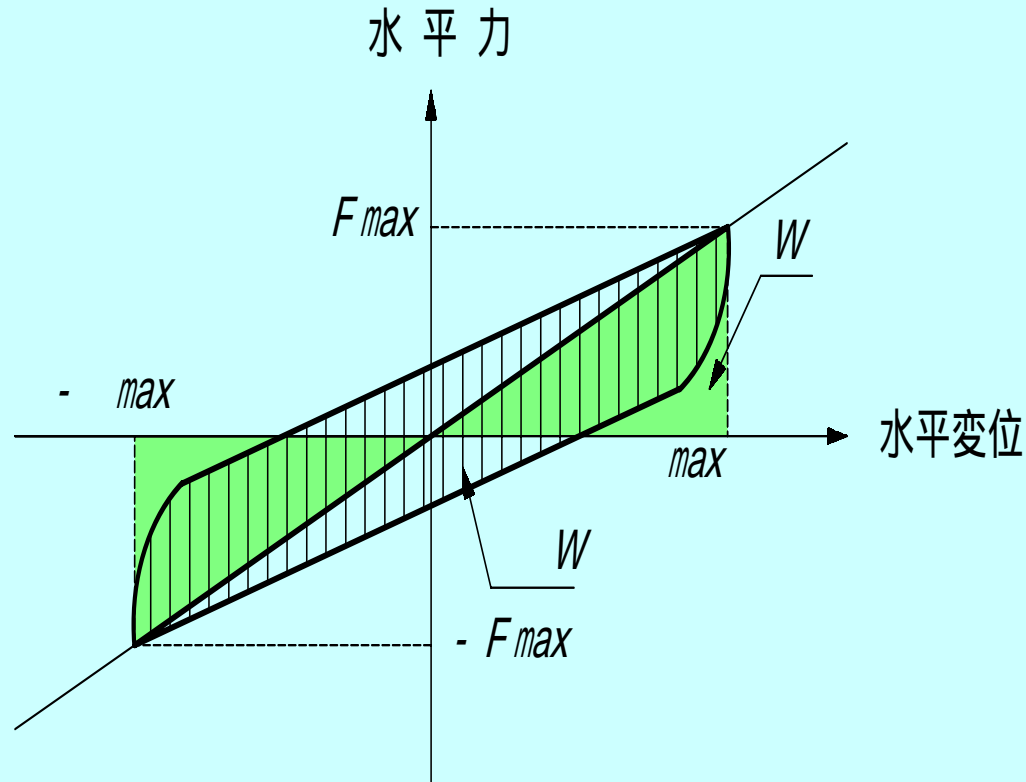
地震時水平力分散
型ゴム支承は3回
目の値

免震支承は10回の
平均値

判定

設計値に対し $\pm 10\%$
以内であることを
確認

等価減衰定数の検証



等価減衰定数の模式図

測定

せん断剛性試験
で同時に検証

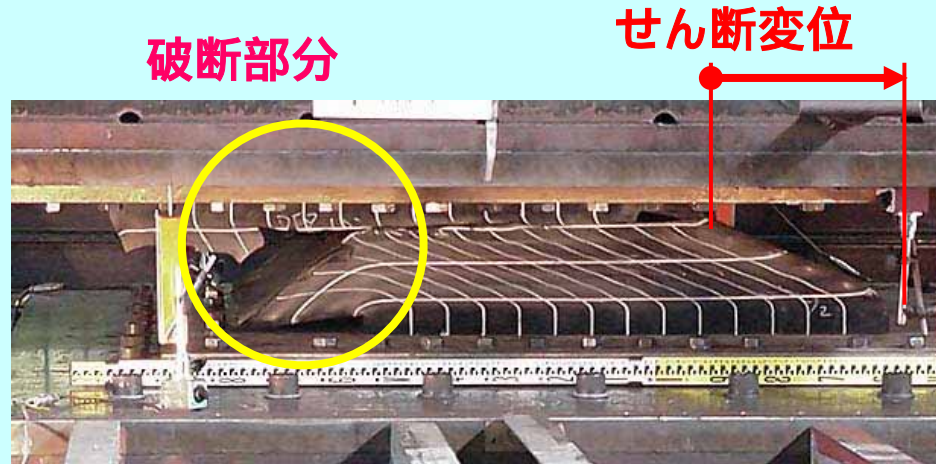
地震時水平力分散型
ゴム支承は
3回目の値

免震支承は10回
の平均値

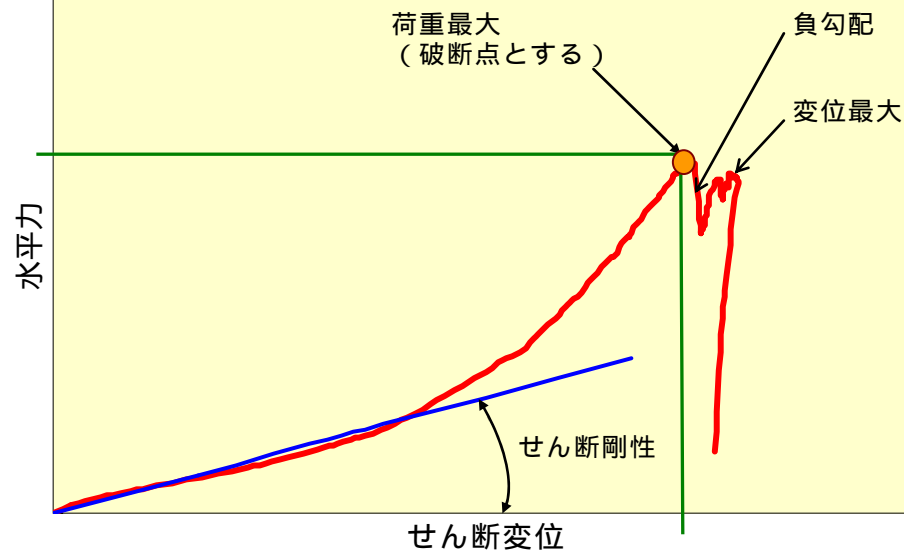
判定

設計値以上である
こと

せん断変形性能試験



水平変位300%以上で破断した状態



せん断変形性能試験時の変位 - 荷重曲線

目的

水平変位に対する
破断限界の確認

試験方法

鉛直荷重を載荷し、
破断するまで水平
変位を与える

判定

破断ひずみが**250%**
以上であることを
確認

製造会社が行う定期試験

疲労耐久性能

目的

ゴム支承本体の疲労耐久性の確認

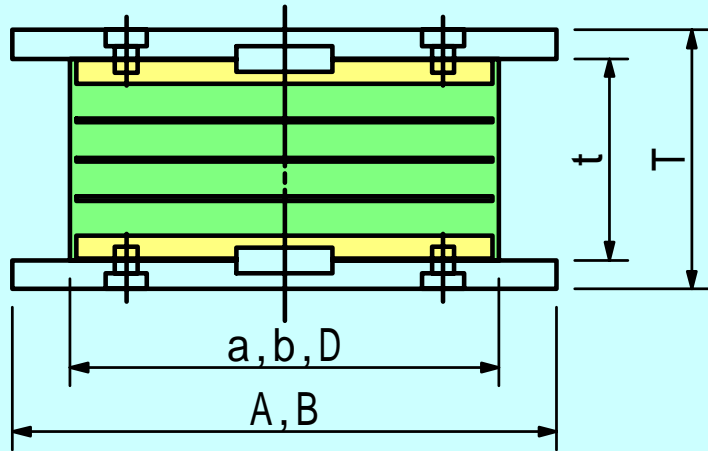
試験方法

縮小供試体を用いて、一定せん断変形下における圧縮荷重の繰返し载荷

判定

試験後に外観異常がなく、圧縮変形性能に著しい変化がないことを確認

寸法検査



項目		区分	改訂後	改訂前
ゴム支承 本体	長さ (a)	a,b,D 500mm	0 ~ +5 mm	
	幅 (b)	500mm < a,b,D 1500mm	0 ~ +1 %	
	直径 (D)	1500mm < a,b,D	0 ~ +15 mm	
	厚さ (t)	t 20mm	± 0.5mm	0 ~ +1 mm
		20mm < t 160mm	± 2.5%	5%
		160mm < t	± 4mm	0 ~ +8 mm
平面度	a,b,D 1000mm	1mm	1mm (大型形状を 考慮していない)	
	1000mm < a,b,D	(a,b,D)/1000mm		
支承高さ	長さ (A) 幅 (B) 高さ (T)	A,B 1500mm	ゴム支承本体厚さ(t) の許容差に ± 1.5mmを加算	記載なし
		1500mm < A,B	ゴム支承本体厚さ(t) の許容差に ± 2mmを 加算	記載なし

ゴム支承本体の厚さに関する許容差をプラスマイナスへ変更した

ゴム支承の外観検査

寸法 ・ 外観検査



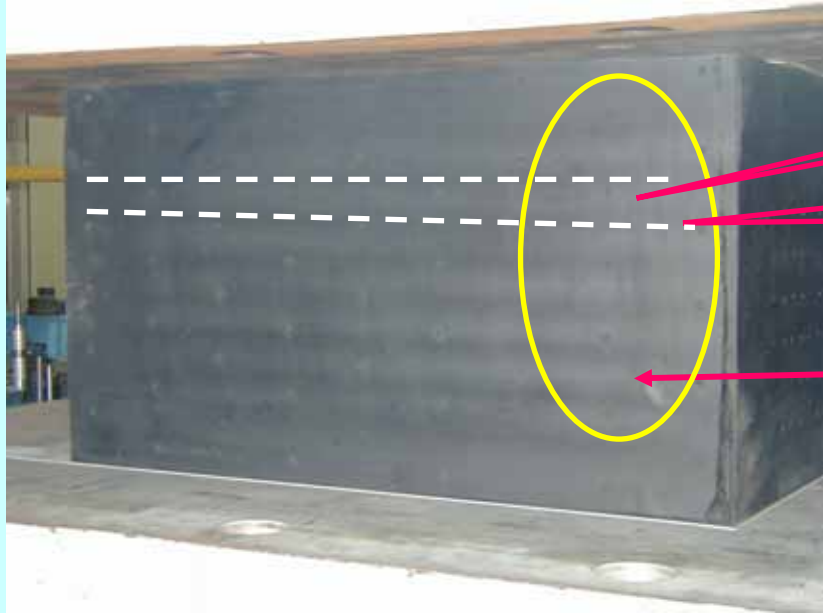
組立完成品



めっき付着量
(膜厚検査)



外観検査



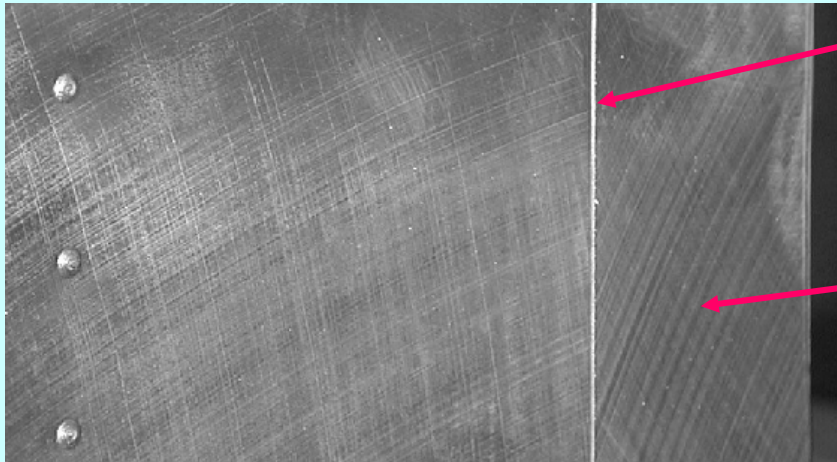
ゴム層部分

内部鋼板部分

性能試験後のしわ

金型の継ぎ目

金型の加工転写



防せい防食

【ゴム支承に付属する鋼製部材に対して】

溶融亜鉛めっき

ゴム支承に対する塗装の留意点を記述

その他の防せい処理

- ・ 亜鉛，アルミニウム溶射
- ・ 高分子材料によるコーティング
- ・ 高力ボルトや現場溶接部などの防せい処理
ダクロダイズド処理，高濃度亜鉛末塗装など

4.6 新しい支承の適用

新材料や新しい支承構造を開発した場合の確認すべき性能検証項目を記述

ゴム系の場合と鉄鋼系の場合に分けて
検証項目を記述

第5章 施工

ゴム支承部を中心に施工法を記述

ゴム支承について，現場溶接による
固定方法と溶接部の防せい防食を解説

5.4 ゴム支承部の施工

施工方法別の施工手順と留意点を解説

予変形方式

予備せん断方式，現場予変形方式

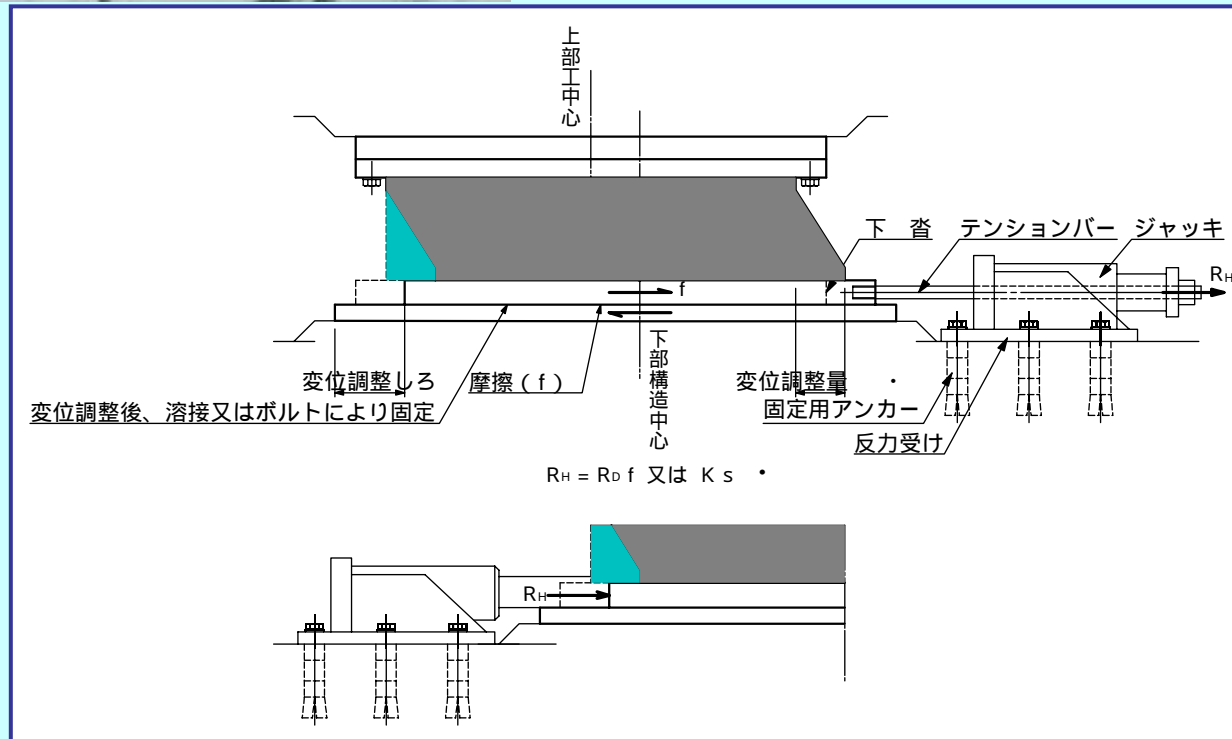
除変形方式

ポストスライド方式，プレスライド方式

【施工例 現場予変形方式】



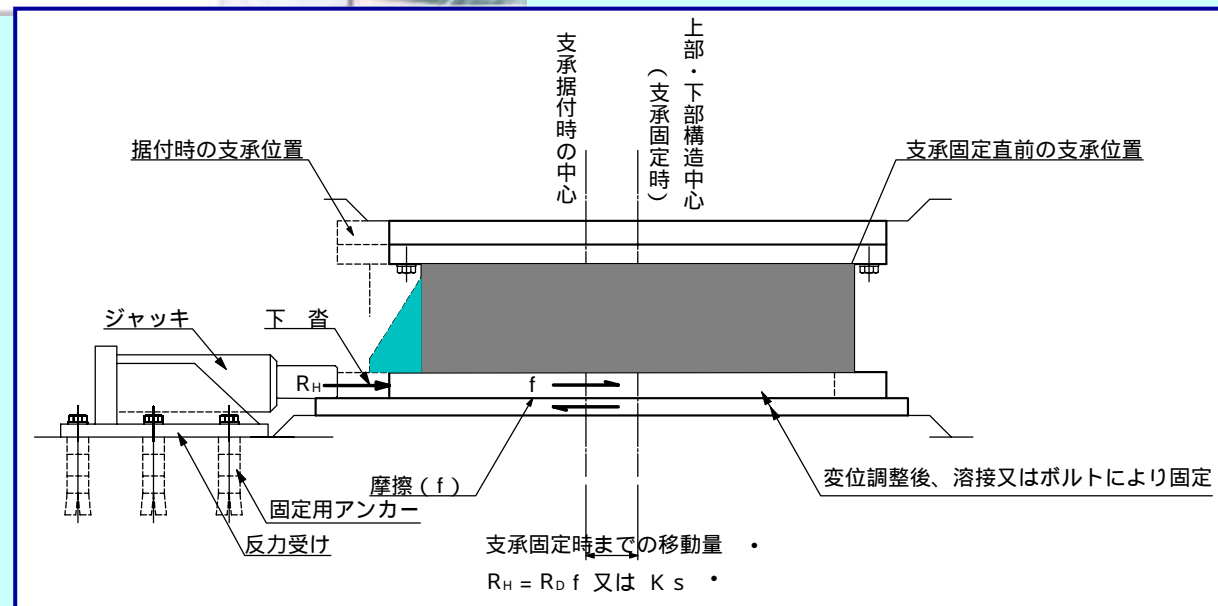
反力台などの仮設備
を配置するスペース
の確保
仮設材の設計



【施工例 ポストスライド方式】



反力台などの仮設備
を配置するスペース
の確保
仮設材の設計



5.4.6 ゴム支承の固定

【現場溶接における留意点】

原則として道示 鋼橋編の現場溶接に従う

ゴム端部と溶接線の間隔は50mm以上

溶接量が過大とならないように開先を設ける

溶接完了後に浸透探傷試験を行う

第6章 支承部の維持管理

支承台帳をゴム支承・鋼製支承に分け、
記述内容を充実

支承各部の変状と主な原因をゴム支
承・

鋼製支承に分け記述内容を充実