

平成23年度 技術発表会

支承部の損傷と対策事例

— 経年劣化から地震による被害まで —

保全委員会 保全技術小委員会



1

はじめに

- ・東北地方太平洋沖地震においては、耐震補強の効果もあり地震動による落橋はほとんどなかった。
- ・しかし、支承については、地震による損傷とともに地震とは無関係な経年劣化による損傷も多数報告されている。
- ・支承はその設置された環境や機能により、橋梁において最も損傷しやすい部材の一つであると言える。
- ・これを踏まえ、今回改めて支承部の損傷と対策事例について報告します。

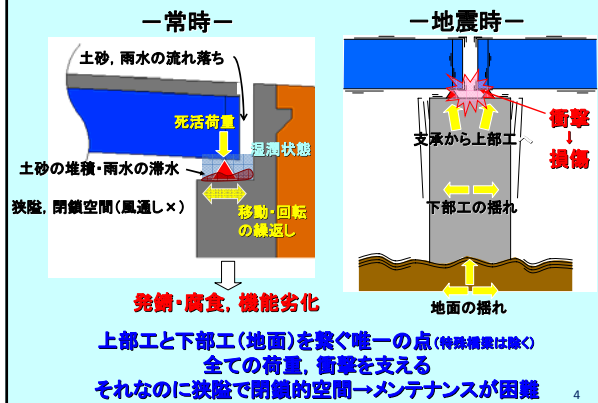
2

内 容

1. 支承の基本事項
2. 損傷と対策事例
～地震時および経年劣化による事例～
3. 支承仮受け方法の事例

3

なぜ支承部に損傷が多いのか



4

1. 支承の基本事項

5

1. 1 支承の機能と分類

項 目	支承機能	支承分類
主要材料	鋼製材料	鋼製支承
	ゴム材料	ゴム支承
水平力支持機能	無 し	可動支承
	有 り	固定支承
地震時機能	分 散	地震時水平力分散支承
	減 衰	免震支承
震度レベル	レベル1地震動	タイプA支承
	レベル2地震動	タイプB支承
機能構成	一 体	機能一体型支承
	分 離	機能分離型支承

6

1. 2 鋼製支承の種類

(1) 線支承 (LB支承; Line Bearing)



特徴

- ・平面と円筒面の接触により鉛直荷重を伝達
- ・小規模のプレートガーター橋用として多くの実績
- ・支承高さを低くできる
- ・大きな荷重を支持するのは不向き
- ・塵埃等の影響を受けやすい

7

線支承の主な損傷事例



8

(2) 支承板支承 (BP支承; Bearing Plate)

BP-A支承: 高力黄銅支承板支承

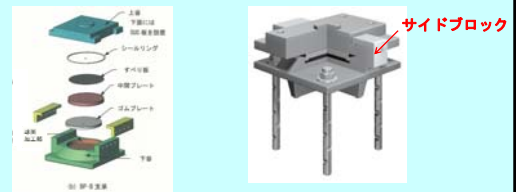


特徴

- ・ベアリングプレートにて水平移動と回転に追従
- ・経年劣化によって摩擦特性が変動して水平移動機能や回転機能を阻害することがある。
- ・近年は、使用されていない

9

BP-B支承: 密閉ゴム支承板支承

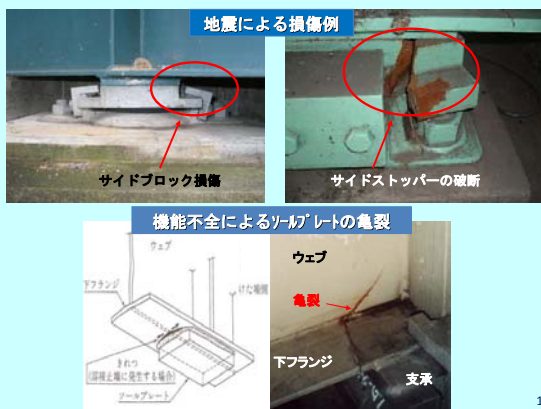


特徴

- ・テフロン板とステンレス板にて水平移動に追従
- ・ゴムプレートで回転に追従
- ・BP-A支承より優れている
- ・テフロン板は酸や薬品に強く、摩擦係数も長期的に安定

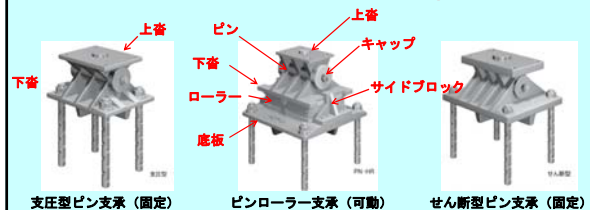
10

支承板支承の主な損傷事例



11

(3) ピン支承 (PN支承; Pin Bearing)



特徴

- ・ピンにて一方方向の回転のみに追従する固定支承
- ・大規模橋梁やアーチ橋に適用頻度、実績が多い
- ・支圧型とせん断型に区分される
- ・可動支承にする場合、ローラー支承と組合せとなる

12

ピン支承の主な損傷事例



13

(4) ピボット支承 (PV支承; Pivot Bearing)



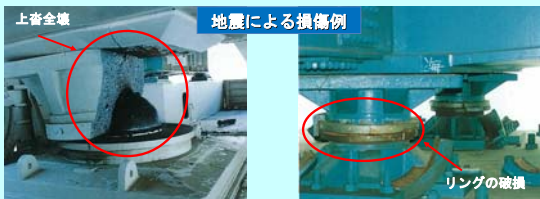
ピボット支承 (固定) ピボットローラー支承 (可動)

特徴

- ・上脊は凹面状, 下脊を凸面状に, それぞれを球面仕上げして組み合わせ, 全方向に回転可能としている固定用支承
- ・大反力を支持することが可能
- ・特に斜張橋, トラス橋, 曲線橋に実績多数
- ・可動支承としては, ピボット支承にローラーを組み合わせたピボットローラー支承となる

14

ピボット支承の主な損傷事例

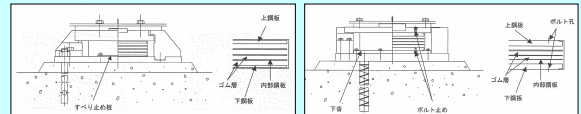


15

1. 3 ゴム支承の種類

(1) ゴム支承

- タイプA支承: レベル1地震動に対応
- タイプB支承: レベル2地震動に対応



タイプAゴム支承の構造図

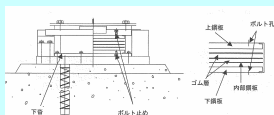
タイプBゴム支承の構造図

特徴

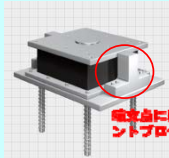
- ・ゴム本体は上脊, 下脊に連結されない
- ・滑動防止のため滑り止め板などを設置
- ・ゴム本体が上脊と下脊にボルトで結合されている
- ・可動側ゴム支承は桁の水平移動に対して以下のタイプがある
 - ①ゴムのせん断変形で追随タイプ
 - ②ゴム本体の上面のすべり面で滑らせるタイプ

16

(2) 地震時水平力分散ゴム支承



タイプBゴム支承の構造図



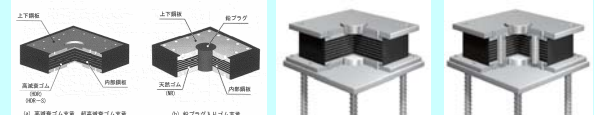
特徴

- ・ゴム本体のせん断剛性を利用して, 地震力を複数の下部構造に分散させる
- ・ゴム材料は, 一般的に天然ゴム
- ・端支脚部には, ジョイントプロテクターを橋軸直角方向に取付

17

(3) 免震支承

HDR: 高減衰ゴム支承, LRB: 鉛プラグ入りゴム支承)



免震ゴム支承の構造図

高減衰ゴム支承 (HDR)

鉛プラグ入りゴム支承 (LRB)

特徴

- ・ゴム本体のせん断剛性を利用して, 橋梁の固有周期を適度に長くし, 減衰機能により地震力を低減する
- ・高減衰ゴムを利用した支承 (HDR) と天然ゴム材に鉛棒を挿入した支承 (LRB) が一般的

18

ゴム支承の主な損傷事例



経年劣化による損傷例

ゴム支承は、本格的に使用されてから年数も浅く、経年劣化による損傷は、あまり報告されていない。

19

2. 損傷と対策事例

20

2. 1 地震時における損傷と対策事例 耐荷力に関する被災度区分

被災度 A (大被害)

耐荷力の低下に影響のある損傷を生じており、落橋等の致命的な被害の可能性がある場合。

被災度 B (中被害)

耐荷力の低下に影響のある損傷であり、余震や活荷重による被害の進行がなければ、当面の利用が可能な場合。

被災度 C (小被害)

短期的には耐荷力の低下に影響のない場合。

21

(1) 被災度 A [大被害] の事例

耐荷力の低下に著しい影響のある損傷を生じており、落橋等の致命的な被害の可能性がある場合



- ・ 支承の破壊 (段差の伴うもの)
- ・ 支承の逸脱 (ローラ逸脱等)
- ・ 支点上ウェブの座屈、破断
- ・ 桁移動など

22

① 支点部の機能喪失と応急対策



余震に対して支承としての機能が全く失われた状態で、大被害と判定される。

23



二次災害を防止するため、至急仮受けしなければなりません。



24

② 桁移動の事例と対策 被災度A (大被害)

横戻し前 横戻し後

テンションジャッキ テフロン滑り面
水平ジャッキ

テンションジャッキによるおしめ 桁受け部
積戻ジャッキ

25

(2) 被災度B [中被害] の事例 被災度B (中被害)

耐荷力の低下に影響のある損傷であり、余震や活荷重による被害の進行がなければ、当面の利用が可能な場合

↓

- ・アンカーボルトの抜け出し
- ・上巻ストッパーの破断
- ・サイドブロックの破損など

26

① アンカーボルトの抜け出しと対策例 被災度B (中被害)

アンカーボルトの抜け出し 差し筋配筋

アンカーボルトの抜け出し

被災度判定理由
アンカー抜け出し(大)

応急対策方法
下巻のコンクリート巻立による機能回復

完了 27

② 上巻ストッパーの破断と対策例 (その1) 被災度B (中被害)

サイドストップの破断

被災度判定理由
ストッパーの破断

応急対策方法
桁受金具による簡易変位制限装置の設置

簡易変位制限装置の設置

28

③ 上巻ストッパーの破断と対策例 (その2) 被災度B (中被害)

サイドストップの破断

サイドストップの設置

被災度判定理由
ストッパーの破断

応急対策方法
遊間量を確保してストッパーを設置

29

④ サイドブロック止めボルトの破損と対策例 (溶接補修) 被災度B (中被害)

ボルトの破断 ボルトの残り

サイドブロックの溶接

被災度判定理由
サイドブロック止めボルトの破断

応急対策方法
溶接によるサイドブロックの設置

完了 30

被災度B (中被害)

③ サイドブロック止めボルトの破損と対策例 (ボルト復旧)



ボルトのせん断破壊 ボルトの残存

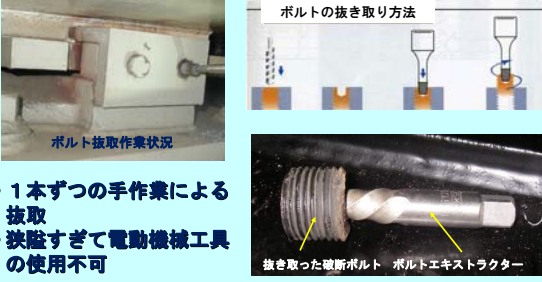
被災度判定
 サイドブロック止めボルトの破断
応急 (恒久) 対策方法
 残存ボルト抜取後、新規ボルトによるサイドブロックの設置

31

被災度B (中被害)

残存ボルト撤去方法 (1)

<ボルトエクストラクターによる残存ボルト撤去>



ボルトの抜き取り方法

ボルト抜取作業状況

- 1本ずつの手作業による抜取
- 狭径すぎて電動機械工具の使用不可

抜き取った破断ボルト ボルトエクストラクター

32

被災度B (中被害)

残存ボルト撤去方法 (2)

<ナット溶接による残存ボルト撤去>



残存ボルトにナット溶接

電動工具による抜き取り

- 1本ずつの手作業による抜取
- 破断ボルト面にナットを溶接して作業
- ボルト径はある程度の大きさが必要

33

被災度C (小被害)

(3) 被災度C [小被害] の事例

短期的には耐荷力の低下に影響のない場合

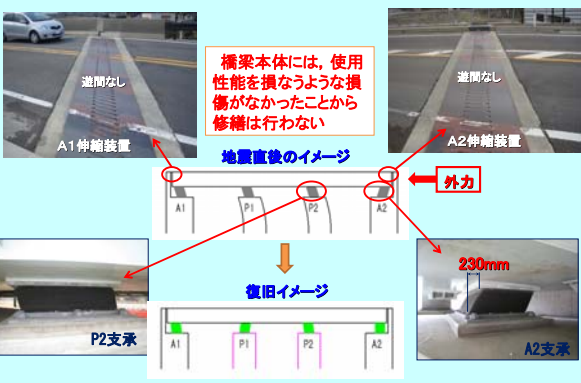
↓

- ゴム支承本体の残留変形
- 沓座モルタルの亀裂
- セットボルトの緩み

34

被災度C (小被害)

① ゴム沓残留変形の事例と対策例



遊間なし 遊間なし

A1伸縮装置 A2伸縮装置

橋梁本体には、使用性能を損なうような損傷がなかったことから修繕は行わない

地震直後のイメージ

外力

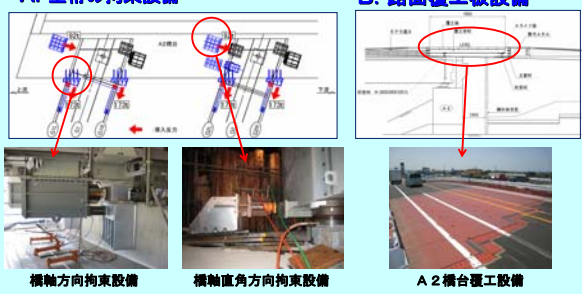
復旧イメージ

P2支承 230mm A2支承

被災度C (小被害)

A. 主桁の拘束設備

B. 路面覆工板設備



横軸方向拘束設備 横軸直角方向拘束設備 A2橋台覆工設備

主桁を拘束するジャッキ設備用のブラケットと反力受けブラケットを設置し、桁移動工までの間ジャッキにて反力を導入し、主桁の拘束状態を保持

- 桁移動量を考慮した覆工設備を構築
- 車両通行状態で施工を実施

被災度C (小被害)

C. 伸縮装置固定およびパラペット打替

上部工復元後に桁道間量460mm以上を確保するため、A2側のパラペット部のみを約400mmセットバックさせ打替

D. ゴム支承の変形修正

被災度C (小被害)

D. ゴム支承の変形修正

伸縮装置、支承ともに新規製作することなく全て再利用で復旧を行った

被災度C (小被害)

② 沓座モルタルの損傷事例と対策例

沓座モルタルの損傷
沓座モルタルハツリ撤去
施工完了

被災度判定
沓座モルタルの損傷
恒久対策方法
沓座モルタルの復旧

39

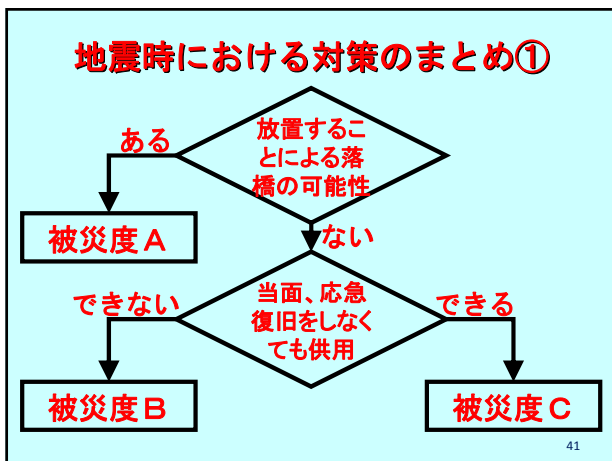
被災度C (小被害)

③ セットボルトの損傷事例と対策例

セットボルトの曇り
セットボルト締め付け完了

被災度判定
セットボルトの曇り
恒久対策方法
セットボルトの締め付け

40



地震時における対策のまとめ②

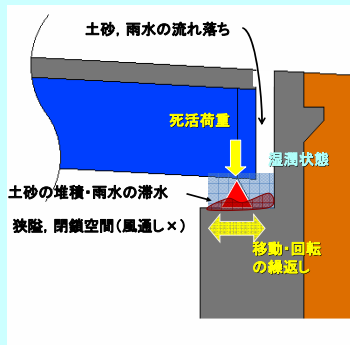
被災度	規制	損傷進行防止のための 応急復旧工事
A	通行止め	落橋防止対策実施
B	通行規制	必要に応じて実施
C	注意走行	必要なし

↓

被害の状況に応じて総合的に判断して行うことが重要。

42

2. 2 経年劣化による損傷と対策事例



43

経年劣化による損傷事例

発錆・腐食による損傷

伸縮装置の劣化に伴う漏水・土砂の堆積により支承周辺が発錆し腐食損傷する。

可動部の摩耗による損傷

長年の供用に伴う支承可動部の摩耗により機能低下する。

支点沈下による損傷

長年の供用に伴う支承直下のモルタル破壊により支点沈下し支承部が亀裂損傷する。

44

(1) ローラー支承の発錆腐食に対する補修



カバープレートが腐食で損失し、ローラーが露出している。

45



支承のサイドブロックを解体し、ローラー部分を清掃



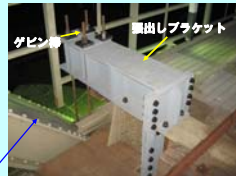
清掃後に潤滑油を塗布



補修塗装を行う

46

(2) ローラー支承の摩耗に対する補修



ジャッキアップ用ブラケットを設置



7



ローラーの撤去



ローラー撤去

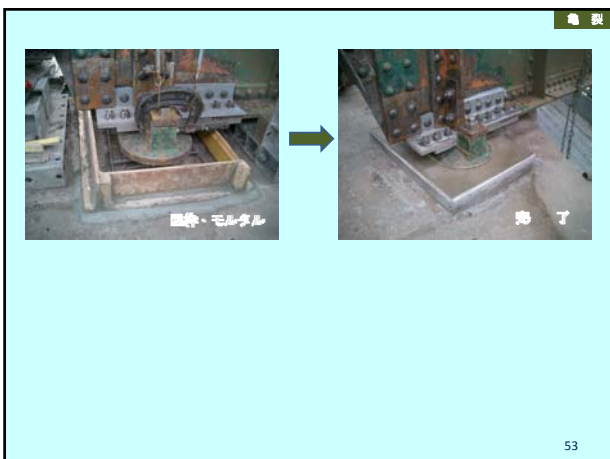
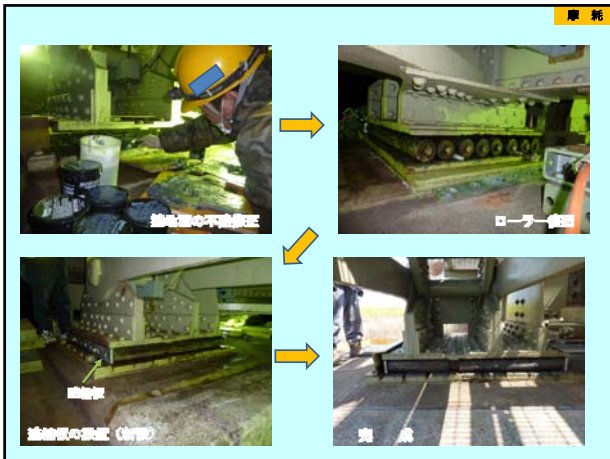


ローラーのケレン整備



ローラー撤去後のケレン

47



経年劣化による対策のまとめ

日常の維持管理や定期的な点検、異常時の早期調査が重要である。

↓

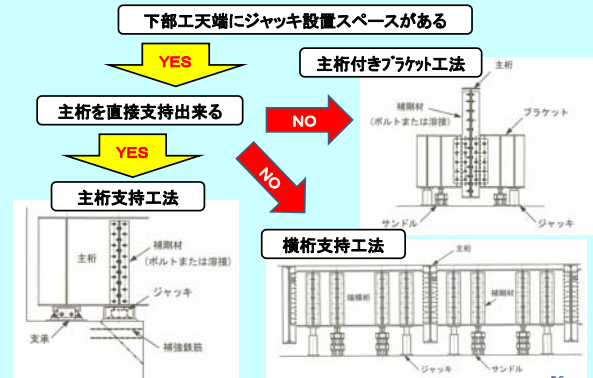
- ・点検を怠ると劣化が拡大する。
- ・支承損傷対策は仮受け等、大がかりな工事になる。

54

3. 支承仮受け方法の事例

55

3. 1 仮受け方法の選定



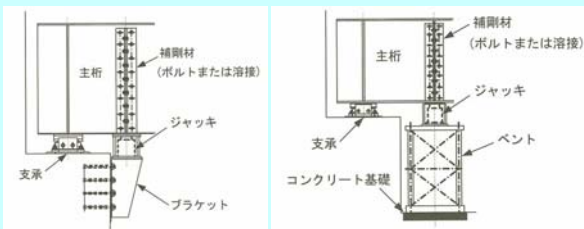
56

下部工天端にジャッキ設置スペースがある

NO

下部工付きブラケット工法

ペント工法



57

3. 2 桁橋の仮受け

(1) 箱桁のダイヤフラムや横桁を補強して仮受け



留意点

- 内部補強材は箱桁内への搬入・取付けを考慮した部材寸法・重量とし、必要により部材を分割する。

- 場合により新設のマンホールを設置することも考慮する。

58

(2) 箱桁にブラケット設置して仮受け



留意点

- ブラケット取付け位置周辺に支障物がないか、現地調査にて確認する。

- 図面だけで判断しない。

59

(3) ブラケットによる仮受け



留意点

- 既設鉄筋を避けて削孔・設置したアンカーボルト位置に合わせてブラケットを製作する。

- 計測を反映させる製作工程、現場工程を考慮する。

60

(4) ペントによる仮受け



留意点

- ・ペント設置箇所の地盤条件（地耐力）を確認する。
- ↓
- ・場合によっては掘削を行い、既設橋台・橋脚のフーチングの上に直接ペントを設置する。

61

3. 3 特殊橋の仮受け

(1) ガセットプレートを設置して仮受け



特殊な橋梁のジャッキアップについては、構造系をよく検討して施工方法を選定する必要があります。

(2) 斜材を追加して仮受け



補強前



斜材を追加

62

3. 4 仮受け設備

(1) 補修用油圧ジャッキ

概要：狭い空間で使用できる安全ロック付きジャッキです。オイルが抜けても下がらないため、支承の交換時に適しています。

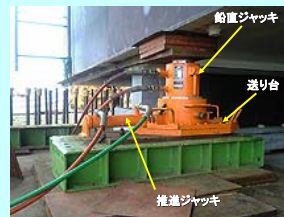


- ・油圧が抜けても下がらないように、安全ロックが付いている
- ・狭い箇所でも使用出来るよう、機高を低くしている
- ・機高が低い分ジャッキのストロークは短い（20～30mm程度）

63

(2) 送り台

概要：桁架設時の杓位置調整など、重量物のX-Y方向を微調整するための装置です。



船形ジャッキ

送り台

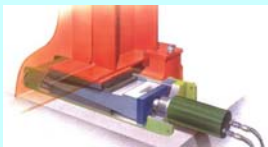
推進ジャッキ

- ・送り台の上に重量物をのせ（搭載ジャッキでジャッキアップをおこない）、手動ポンプで推進ジャッキを作動させる事によって、水平方向への移動をおこないます。
- ・特殊機構により小さな水平力で、重量物を水平移動できます。
- ・本体自体で反力を取る為、コンパクトであり、省スペースに設置可能です。

64

(3) 仮受け機能付きくさび型ジャッキ

概要：わずかな隙間があれば扛上が可能、扛上後はストッパーで機械的に高さを固定し、橋桁を安定させる。



機材名：トライアップジャッキ



機材名：トルクアップジャッキ



65

おわりに

- 損傷に対する的確な対処をするためには、支承の種類や機構を理解することが重要。
- 損傷状況は同じでも条件により補修・補強方法は異なる。



- 専門的な知識・技術による詳細な検討により施工する必要がある。
- 鋼橋は、仮受け方法や補修方法も多様に対処でき、早急な復旧が可能。

66

ご清聴ありがとうございました。

67