

土木学会東日本大震災被害調査団(地震工学委員会)
緊急地震被害報告会
東京大学生産技術研究所コンベンションホール

積層ゴム支承で支持された橋梁の耐震性

平成23年4月11日

東京工業大学大学院理工学研究科
土木工学専攻
川島一彦

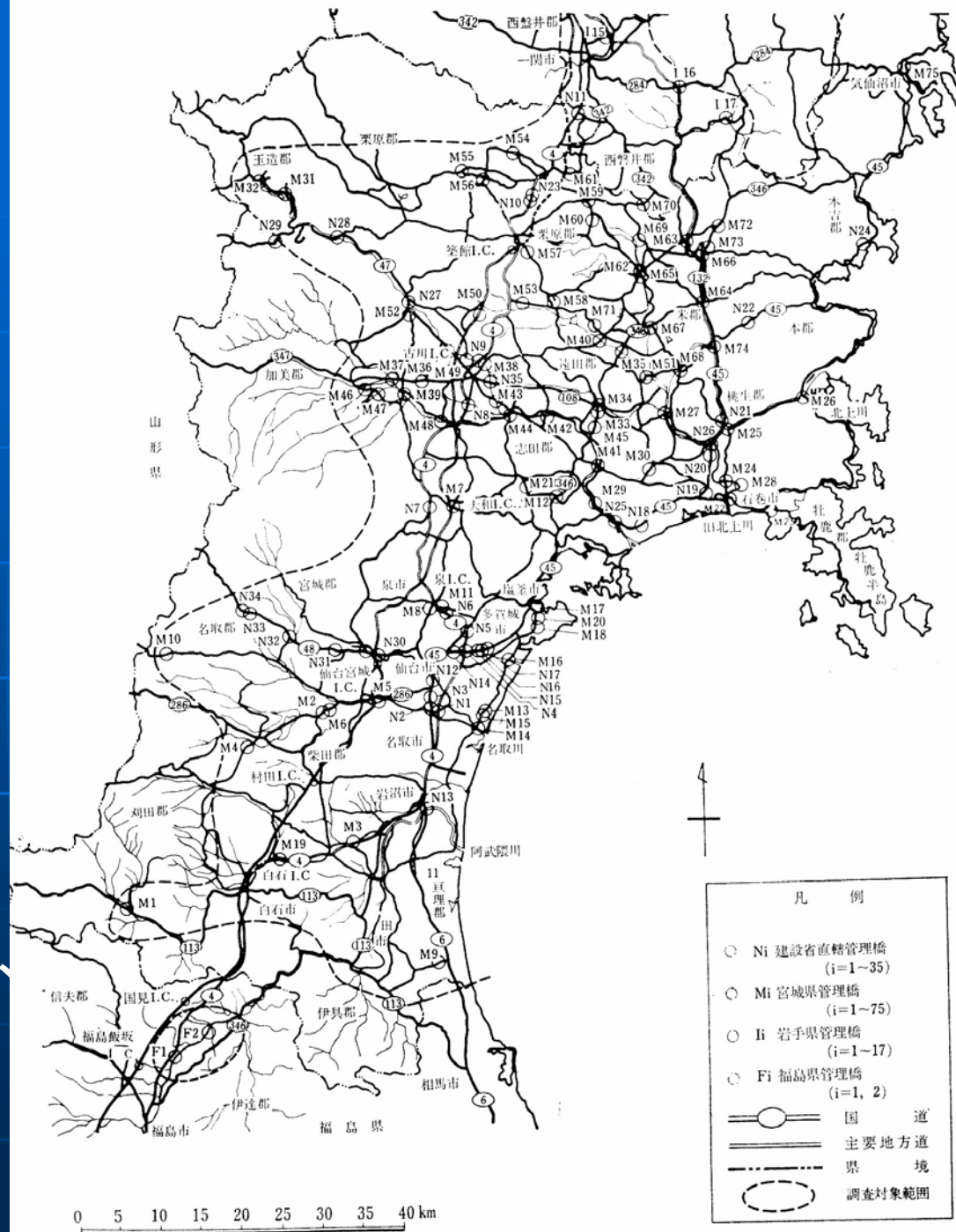
33年前、.....

1978年宮城県沖地震

- 129橋に被害
- 全橋に対して、詳細調査を実施

今回の地震における調査方針:

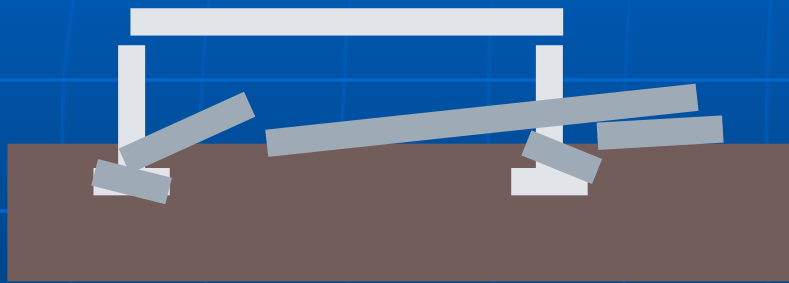
1)地震時保有耐力法の導入(平成2年～)、2)積層ゴム支承の導入(平成7年～)、3)免震設計の導入(平成元年あたり～)は、橋梁の耐震性の向上に貢献しているか？



重要なターニングポイントであった 1978年宮城県沖地震

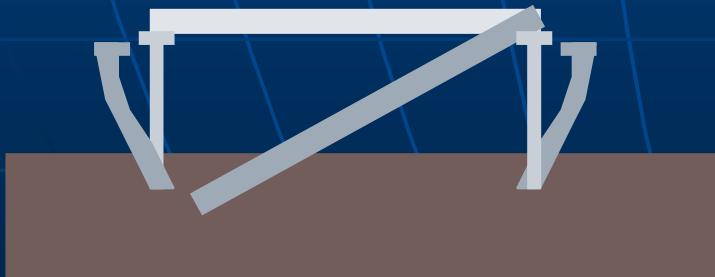
現在までの耐震性の向上の歴史を振り返ってみると、...

耐震設計されていないか、耐震設計されていても耐震設計が不十分な時代(1923年関東地震～1948年福井地震)



基礎の転倒、滑動、沈下
——>落橋

液状化の影響が知られておらず、落橋防止構造が考案される前の時代(1964年新潟地震)

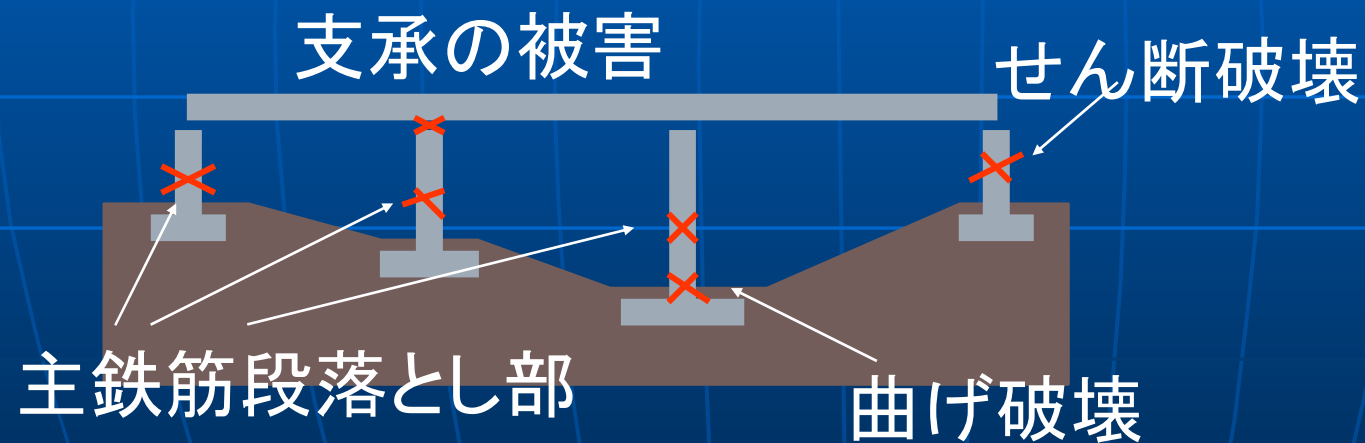


液状化、流動化による過度な相対変位——>落橋

重要なターニングポイントであった 1978年宮城県沖地震(2)

橋脚の変形性能や地震時保有耐力法の重要性が知られていなかった時代

橋脚、支承部の被害が目立ちだした時代(1978宮城県沖地震、1982浦河沖地震)



これが、1995兵庫県南地震の被害へと進展していった

1995年兵庫県南部地震では、従来、震災経験の無かった年高架橋が被害を受けた

剛性の高い橋台で
支持され、桁の応答
が拘束される構造

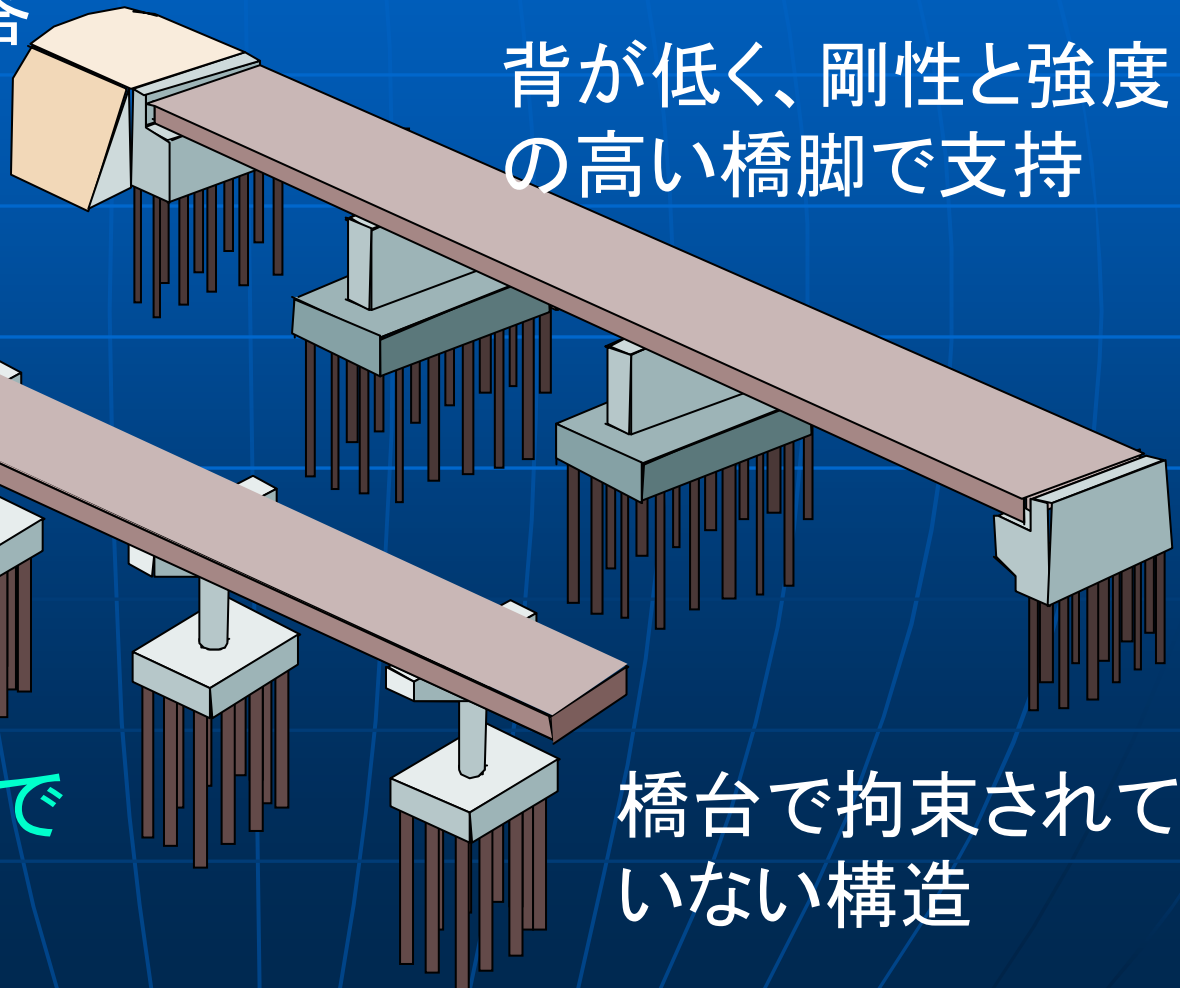
従来、震災経験のあった橋

背が低く、剛性と強度
の高い橋脚で支持

変形しやすく背の
高い橋脚で支持

兵庫県南部地震で
被害を受けた橋

橋台で拘束されて
いない構造



1978年宮城県沖地震における代表的な 橋脚被害

主鉄筋段落し部のせん断破壊の兆候



阿武隈大橋、国道6号線

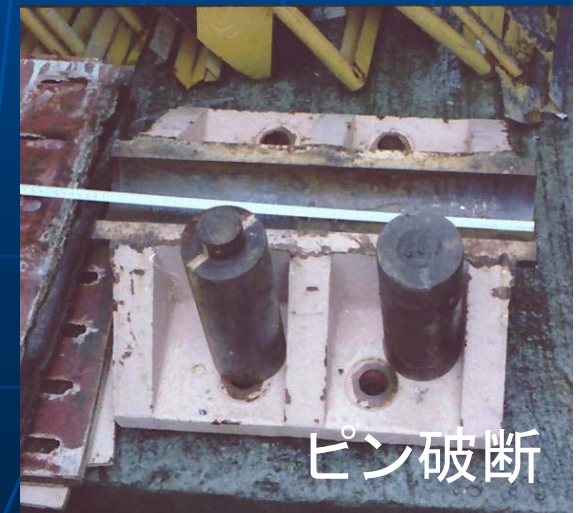
閑上大橋、県道10号線



江合橋、県道

鋼製支承に著しい被害

- サイドストッパーはほとんど被災
- ピン、ローラー支承にも被害が出やすい



支承の被害の分類・定義

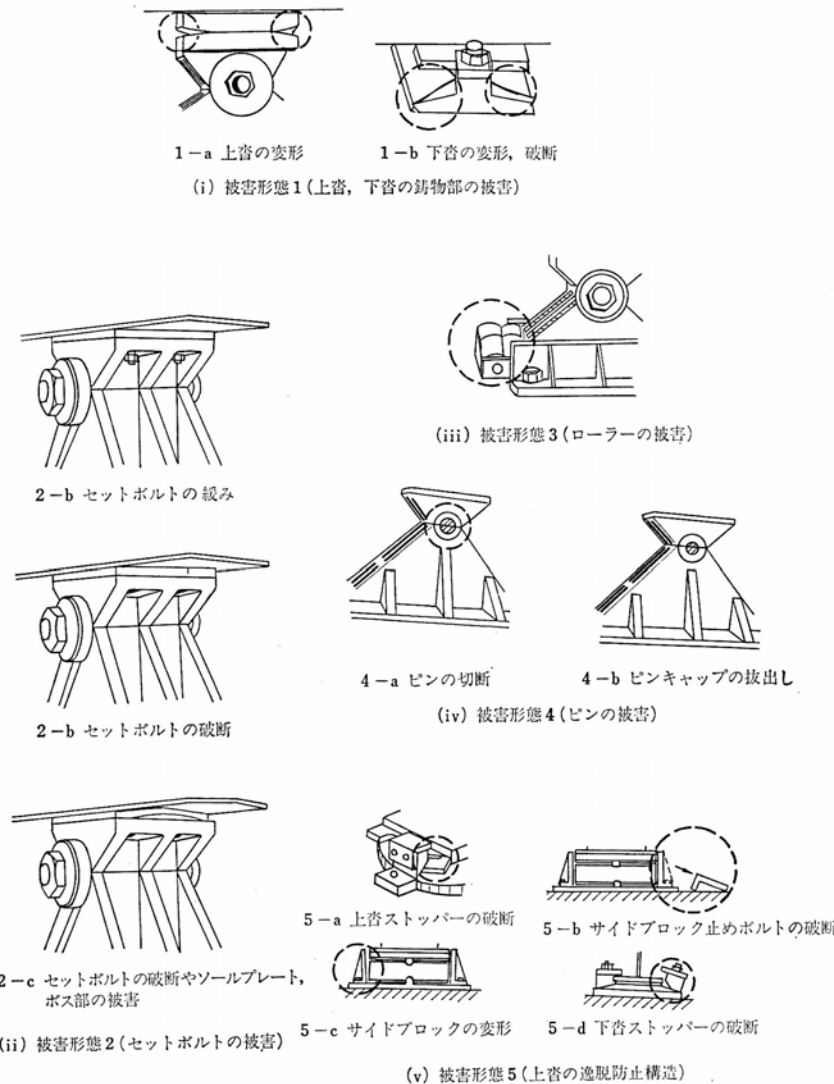


図-9-92(1) 支承被害形態の分類

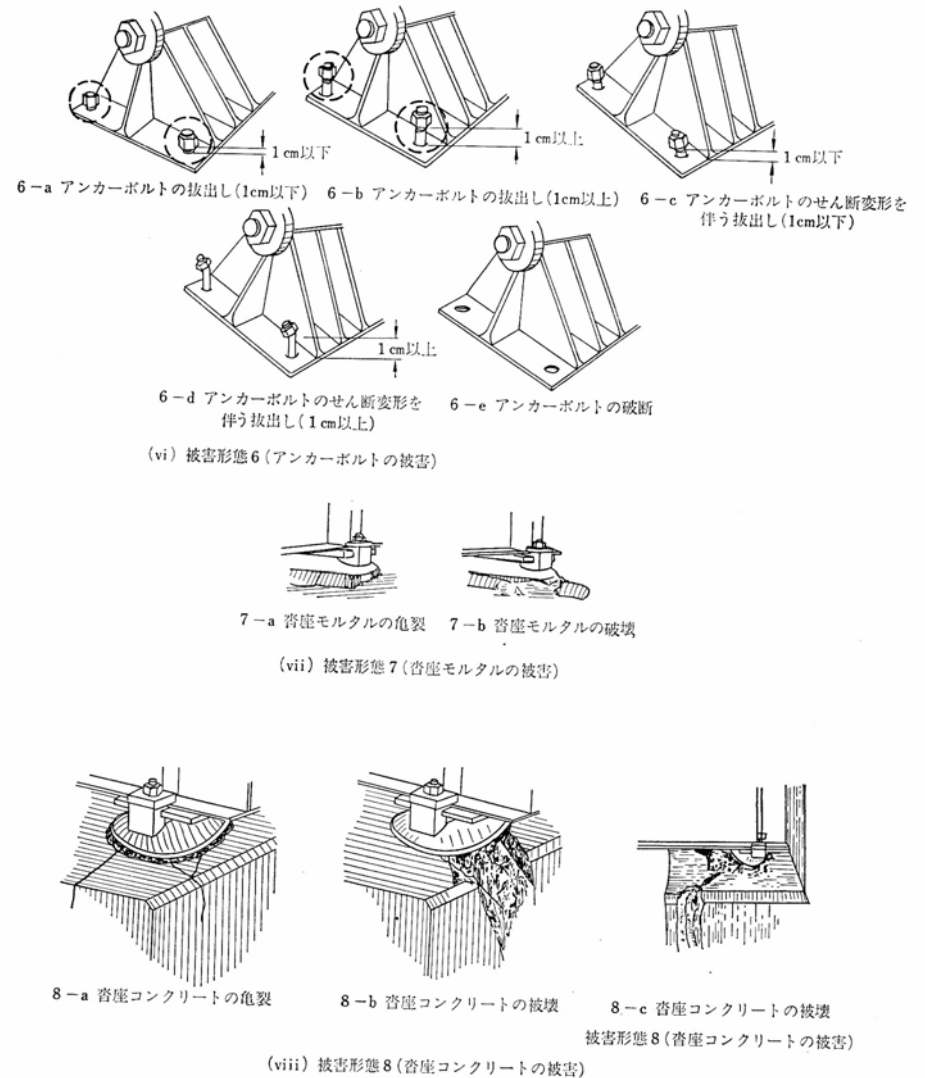
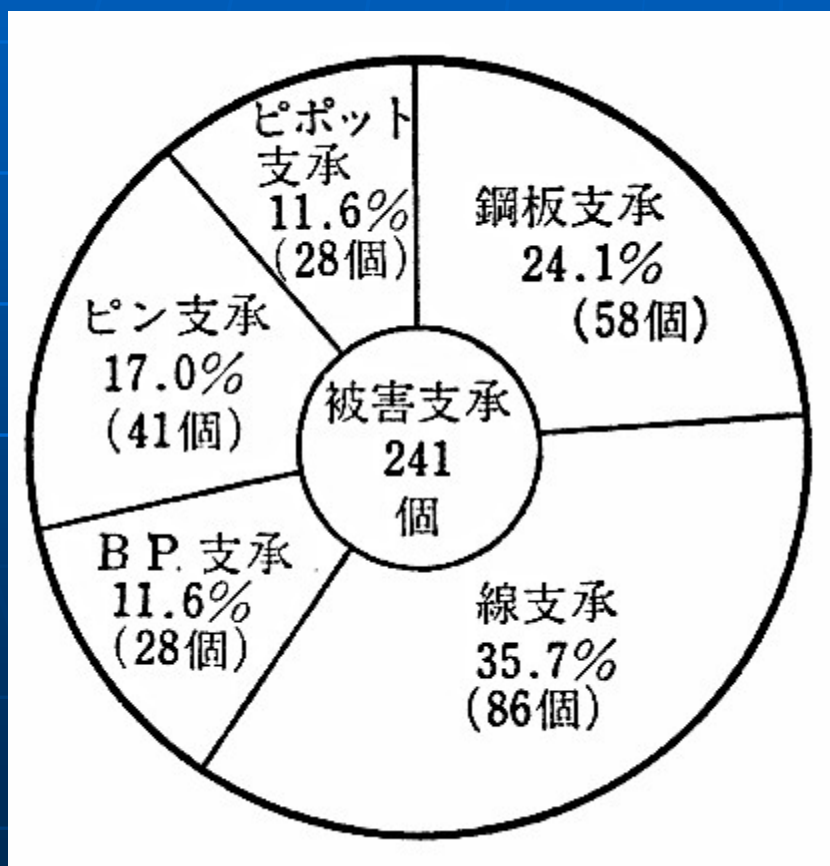


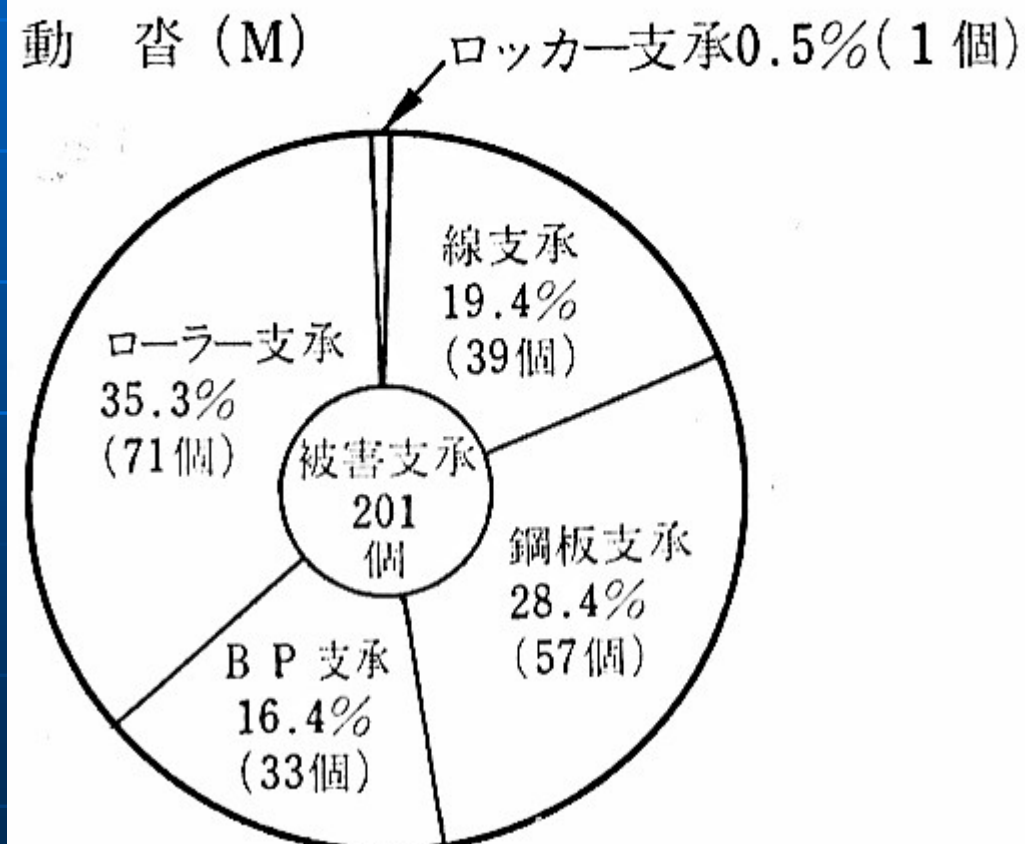
図-9-92(2) 支承被害形態の分類

どのようなタイプの支承が被害を受けやすいか？

固定支承

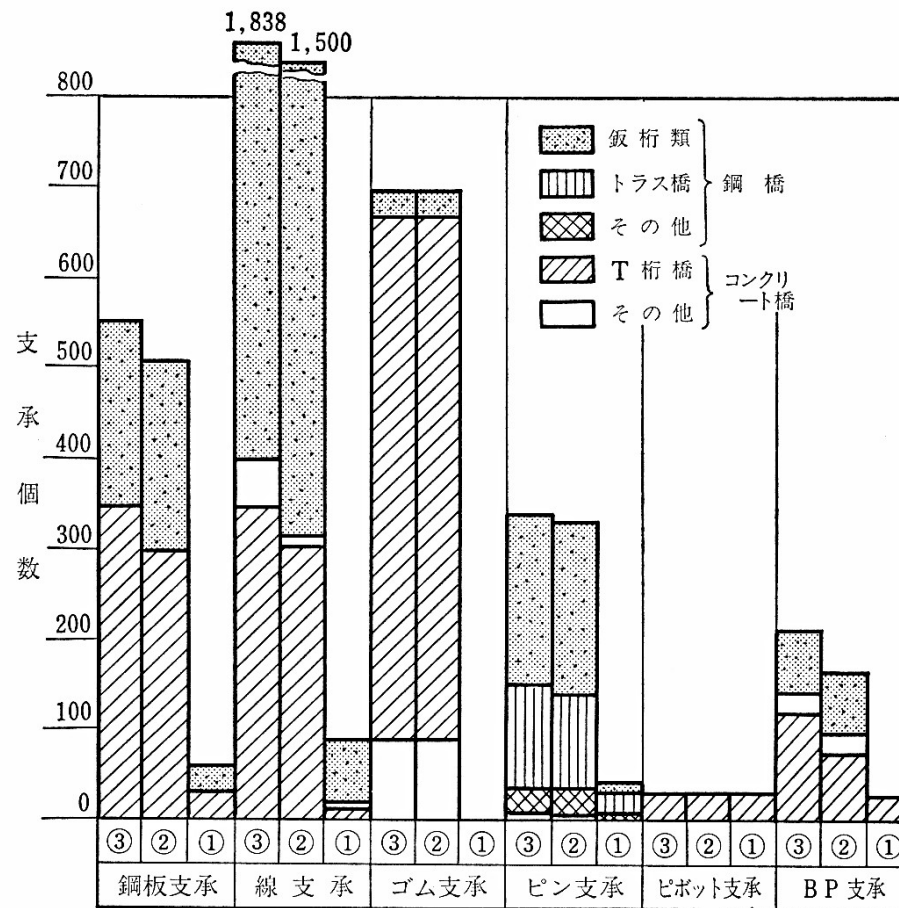


可動支承



上部構造形式、支承毎に異なる支承被害

浮かび上がってきた鋼製 支承の問題点



(a) 上部構造種類別による分類

- 変形を許さない結果、作用力が増大し、最終的に破断する

- 小さな相対変位しか許さないため、機能喪失

- 震度法の世界でしか設計されていないため、現実的な大きさの地震動の作用が見込まれていない

平成2年からようやく地震時保有耐力法が使用 されだし、震度法からの脱皮が始まった

●タイプⅠ地震動(平成2年以降)

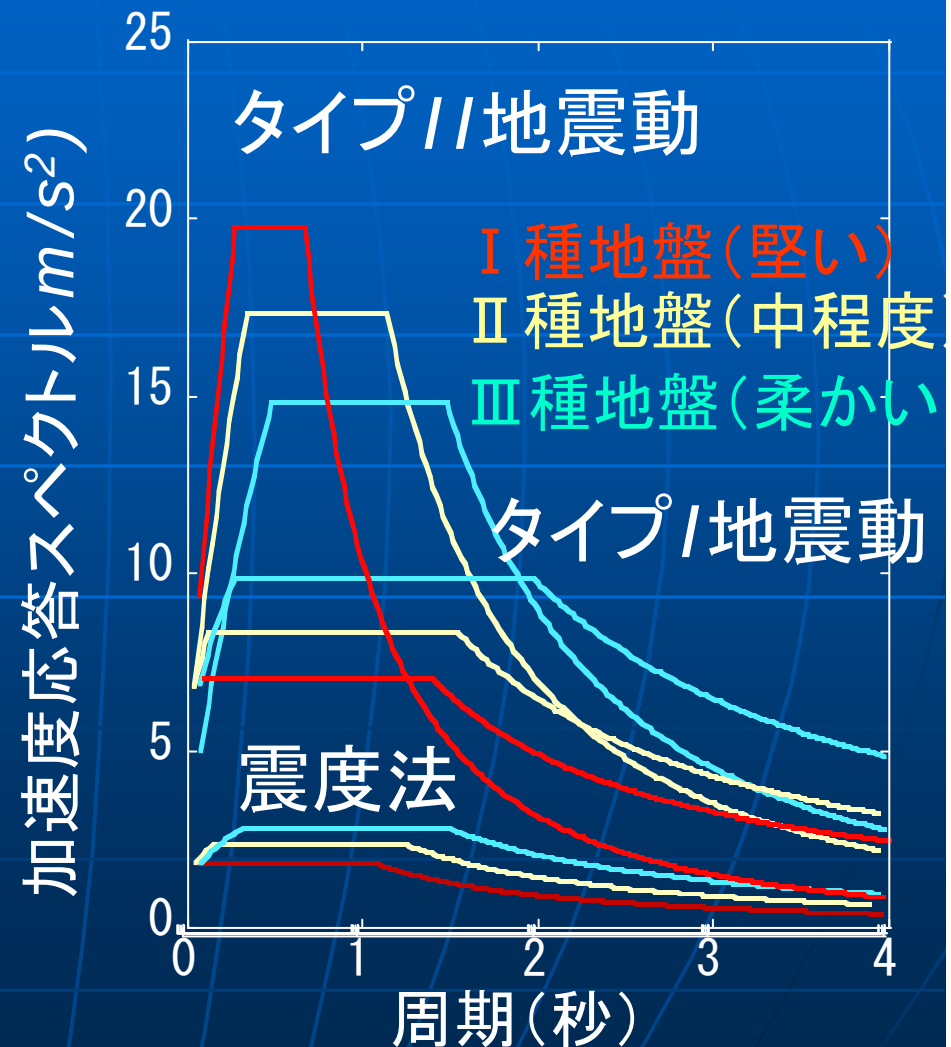
✓M8クラスのプレート境界型の大地震による中程度の距離の地震動

✓継続時間が長く、強い地震動

●タイプⅡ地震動(平成7年以降)

✓M7クラスの内陸直下型地震による断層近傍地震動

✓継続時間が短いが強烈な地震動



平成元年頃から免震設計、積層ゴム支承の適用が開始された

- 1988年道路橋の免震設計ガイドライン(案)、国土開発技術センター
- 1992年道路橋免震設計マニュアル(案)、建設省土木研究所及び民間47社共同研究
- 1995年兵庫県南部地震で被災した道路橋の設計に関する基準、建設省
- 1996及び2002年道路橋示方書・V耐震設計編
- 免震設計以外に、地震時水平力を分散する構造として、兵庫県南部地震以降のほとんどの橋梁に積層ゴム支承が使用されるようになっている。

免震橋は被災地内では建設されていなかったため、積層ゴム支承（LRB、HDR含む）で支持された橋の被害を調査



新天王橋（三陸自動車道）

被害が少なかった積層ゴム支承で支持された橋梁



飯野川橋、国道



東松島大橋、国道



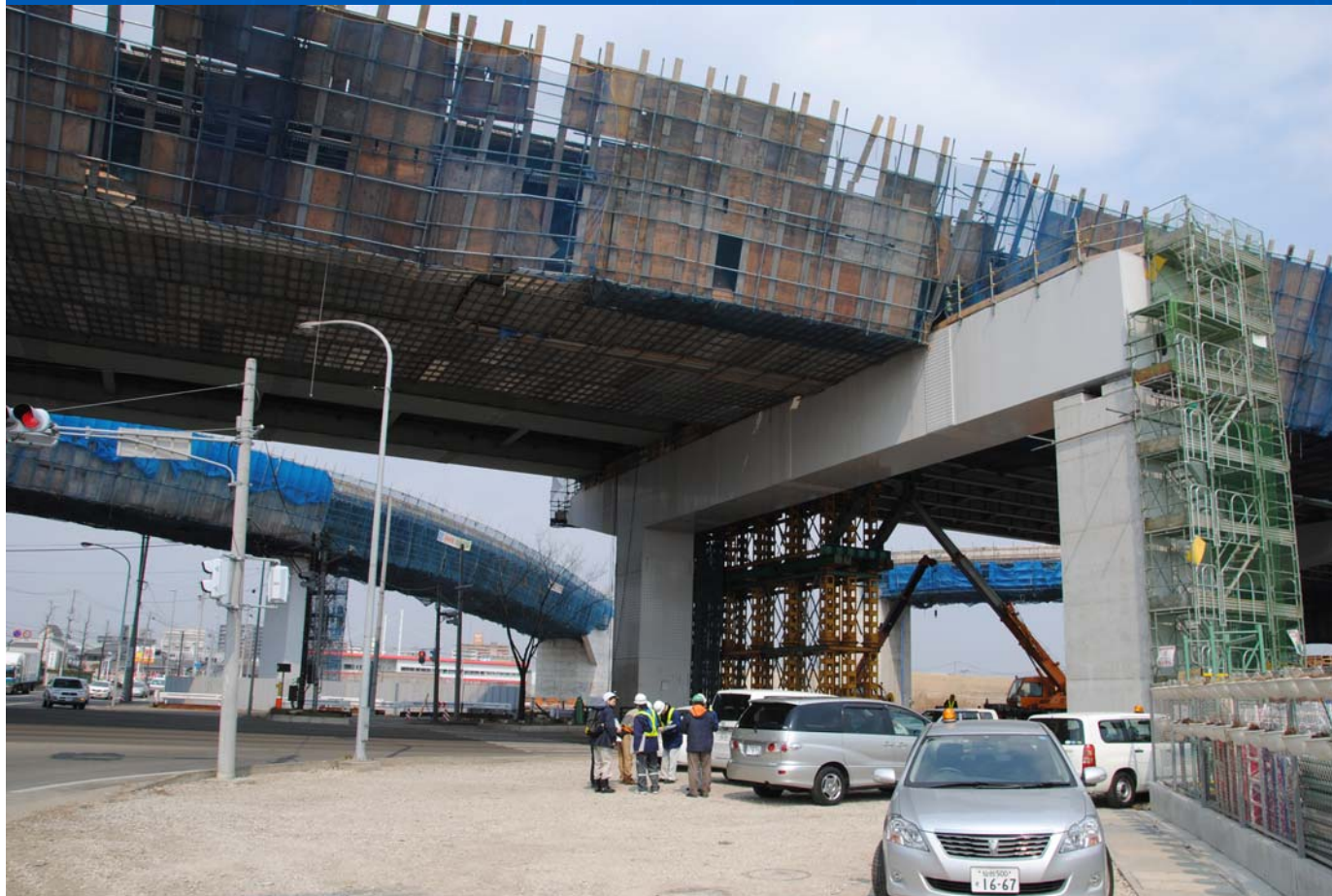
従来型の被害が出続けている鋼製支承

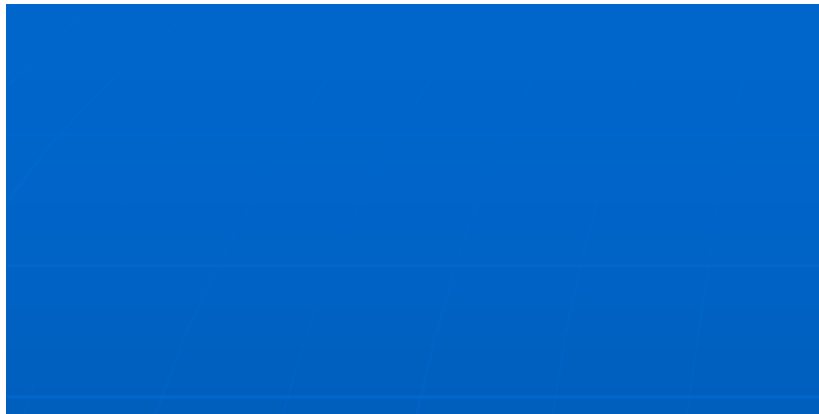
天王橋
国道45号



しかし、積層ゴム支承で支持された橋梁の 被害が2箇所で生じた

仙台東部道路、NEXCO東
東部高架橋





NEXCO東による



支承被災箇所



鋼板とゴム間の接着が切れている



鋼版が2回折れ曲がっている

交互に橋軸直角方向の地震動を受けた

従来の載荷実験では鋼板とゴム間の接着が切れたことはな



従来の載荷試験では、300%せん断ひずみ以下で破断した支承はない

- 支承に生じたせん断歪みはどの程度？
- 製作に問題はなかったか？



現時点のまとめ

- 平成2年の地震時保有耐力法の導入以降、建設された橋梁には大きな損傷は生じていない。震度法からの飛躍が大きく橋梁の耐震性を高めるのに貢献している。
- 平成7年以降大幅に導入され始めた積層ゴム系支承(LRBやHDR等の免震支承も含む)も、従来型の金属支承に固有の支承部周りの損傷を防止するために、大きく貢献している。
- しかし、積層ゴム支承を用いて建設された橋で2箇所、ゴムと鋼板間で破断するという被害が生じた。原因の徹底究明が必要である。