

2011.7.29 震災の工学 特別セミナー

東日本大震災から学ぶ
ー地震、津波の発生から復興計画までー

地震と津波による構造物の被害と損傷メカニズム



北海道大学工学部
社会基盤学コース

佐藤靖彦 准教授

1

概要

地震による被害

被害は軽微

過去の経験をどう生かしてきたか

津波による被害

被害は甚大

この経験をどう生かすか

対象とする構造物

環境社会工学科が対象とする構造物

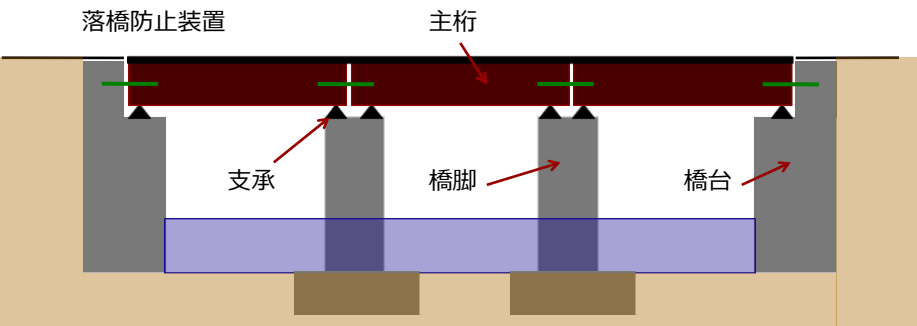
建築構造物 = 「屋根」のある構造物

土木構造物 = 「屋根」のない構造物

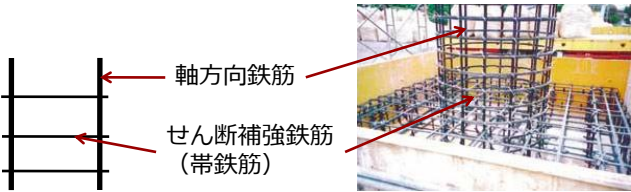
橋		港湾	
ダム		空港	

橋の構造

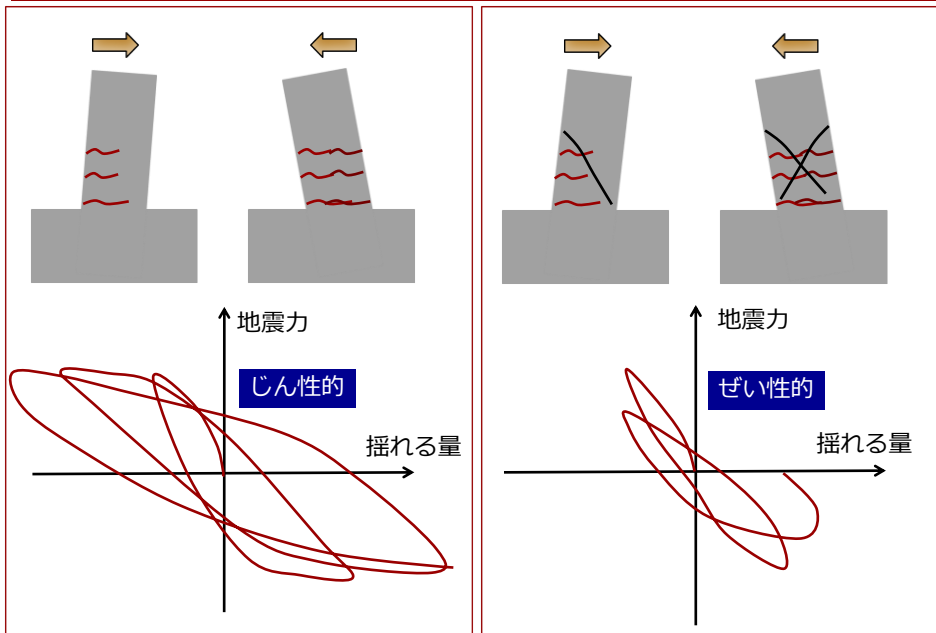
上部構造



下部構造



損傷のプロセス



地震による構造物の被害

東北新幹線

高架橋柱等の損傷

= 約100箇所

支承部損傷

= 約30箇所

高速道路

支承部の損傷3橋5支承



高架橋の損傷（せん断破壊）



柱のせん断破壊



中層ばりのせん断破壊

※写真は土木学会HPより

支承部の損傷



コンクリート製の
支承台座の破壊



ゴム支承の破断



- ・ 構造物は崩壊せず
- ・ 早期の復旧

※写真は土木学会HPより

なぜ軽微だったのか？

- 耐震設計法の見直し
- 耐震補強の実施
- リダンダンシー

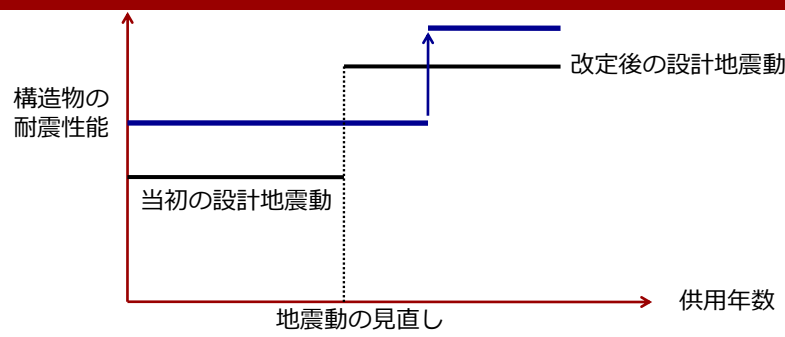
地震被害の教訓と耐震技術の発展

発生年	地震	主な損傷	設計への反映
1923	関東地震	橋梁本体の強度不足	設計法の制定 震度法
1948	福井地震	下部工の強度不足	
1964	新潟地震	(地盤の液状化)	
1968	十勝沖地震	RC柱のせん断破壊	修正震度法
1978	宮城県沖地震	中層はりのせん断破壊	じん性設計
1982	浦河沖地震	RC橋脚のせん断破壊	限界状態設計法
1983	日本海中部地震	(津波)	
1993	釧路沖地震		支承部の損傷許容
1994	北海道南西沖地震	(津波)	動的応答解析
1995	兵庫県南部沖地震	RC橋脚の倒壊	2つのレベルの地震動

レベル1地震動＝供用期間内に1～2度発生する確率を有する地震動強さ

レベル2地震動＝海洋型地震や直下型地震による地震動のように供用期間中に発生する確率が低い地震動強さ

耐震補強の実施



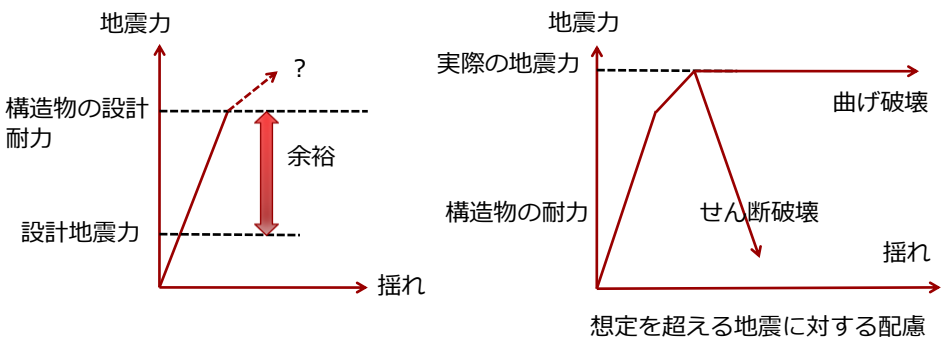
三陸南地震（2003）による損傷



東北地方太平洋沖地震後の様子

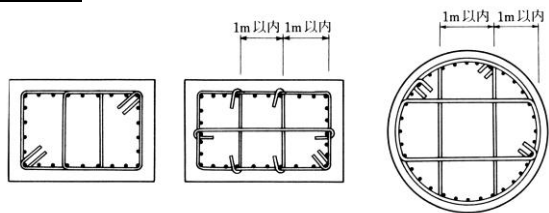
※写真は土木学会HPより

リダンダンシー = 設計における余裕

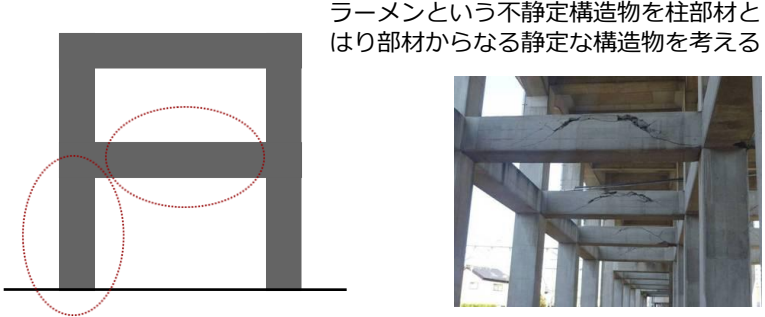


- せん断破壊ではなく曲げ破壊型
- 構造細目（鉄筋の折り曲げ方）
- 部材の限界状態を構造物の限界状態と考える

構造細目



部材の限界状態を構造物の限界状態と考える



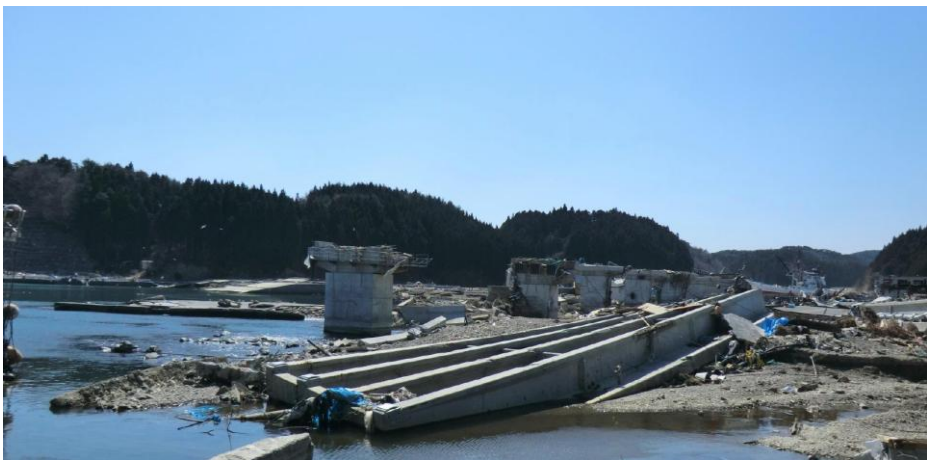
津波による被害

- 古い設計基準で造られていたことによる被害
- 衝撃的な力が作用したことによる被害
- 浮力が作用したことによる被害

古い設計基準で造られていたことによる被害



衝撃的な力が作用したことによる被害

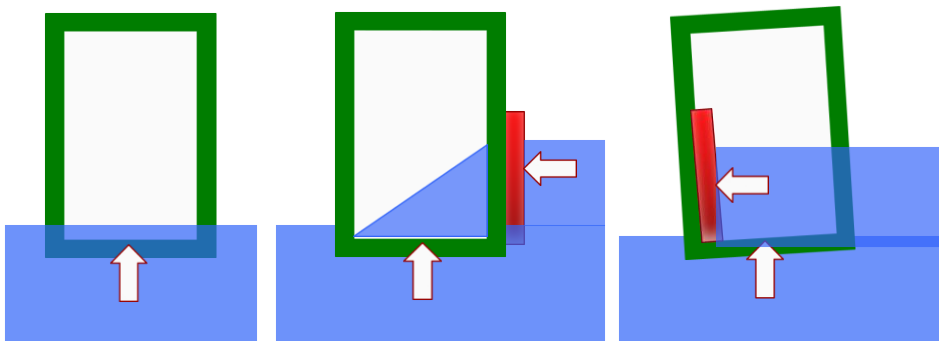


沈下橋 洪水時に沈むことを前提とした橋



浮力による被害





今後の研究課題

- ☞ 津波に対する設計もしくは配慮の必要性
- ☞ 大地震を経験した構造物のエネルギー吸収能限界
- ☞ 材料劣化した構造物の耐震性の確保
- ☞ 構造物の復旧性と街全体の復旧性

5つの視点

1. 地震
2. 津波
3. 構造物
4. 人
5. 計画

