



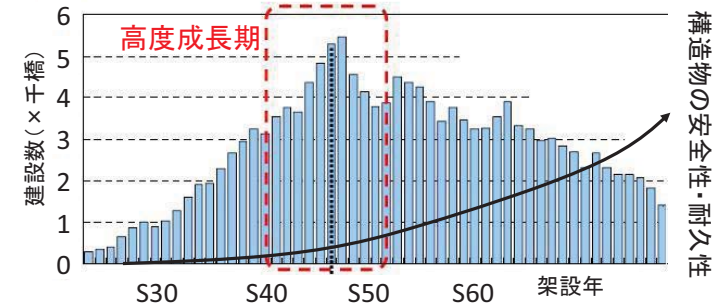
個別テーマセッション7  
「原子力発電所の耐震・耐津波性能のあるべき姿」

既存構造の継続的リスク評価とその開示

秋山充良 早稲田大学

既存構造の問題点

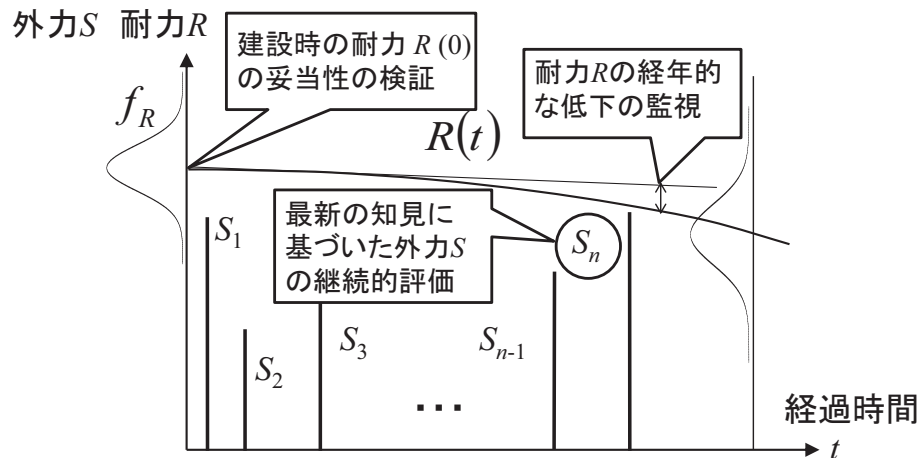
●インフラ構造物の建設数の推移(橋梁を例にして)



- コンクリートクライシス(1980年代), 宮城県沖地震(1978年)や兵庫県南部地震(1995年)の経験とその後の研究の進展により, 構造物の安全性・耐久性は確実に向上している. 逆に言えば, 過去に設計・施工された構造物の安全性・耐久性は現在のものに比べ相当に低い.
- 既存インフラ構造の問題は, 現在に比べて, 建設当時の初期状態においても安全性・耐久性に乏しい構造物が高齢化していることにある. 各年代の構造物が持つ固有の問題を正しく認識する必要がある.



既存構造の問題点



- 研究の進展・技術の進歩⇒耐力 $R(t=0)$ の不足の可能性&設計時の想定外力 $S$ を過小評価した可能性
  - 経年劣化⇒耐力 $R$ が低下し, 建設当時の安全性を満足しない可能性
- 義務化・強制化? 努力目標?



既存構造の性能不足への対応

我が国で発生した主な地震: 1978 宮城県沖地震, 1995 兵庫県南部地震, 2003 三陸沖地震, 2004 新潟県中越地震

新設橋梁(耐震設計基準類の改訂)

- 積層ゴム支承・免震支承の採用
- RC部材のせん断設計法の見直し
- RC部材の靱性規定の見直し
- 塑性ヒンジ
- キャパシティデザインの導入
- 修復の容易な部材に高い塑性変形能力を与え, その位置で確実に地震エネルギーを吸収する. その他部材は, 弾性応答するように耐力の階層化を図る.

新設 既存

耐震設計基準類の改訂 耐震補強の実施

地震被害 ↓ 対策

既存構造(耐震補強)

- せん断破壊型部材 (曲げ耐力発現時のせん断耐力 > 部材せん断耐力)
- せん断補強鉄筋量の不足
- 大きなせん断補強鉄筋間隔
- 耐震補強: 鋼板巻き立てによるせん断補強
- 軸方向鉄筋の段落しを有するRC柱
- 定常長不足
- 軸方向鉄筋の段落し位置
- RC巻き立てによる曲げ・せん断補強



# 既存構造の性能不足への対応

構造工学論文集 Vol.43M (197年3月)

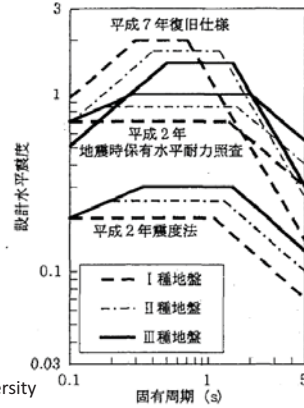
土木学会

試設計に基づく耐震技術基準の変遷に伴う  
RC橋脚の耐震性向上度の検討

INCREASE OF SEISMIC SAFETY OF REINFORCED CONCRETE BRIDGE PIERS  
ASSOCIATED WITH IMPROVEMENT OF SEISMIC DESIGN CODES

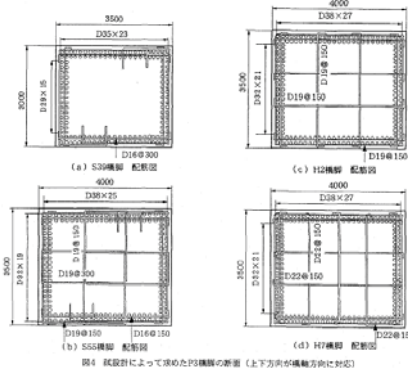
著者 藤一, 河津一雄, 武村直也  
SAKAI Toshiyuki, KAWAJISHIMA Kazuhiko and TAKEMURA Hiromichi

- 1 東京工業大学大学院 理工学研究科土木工学専攻修士課程 (〒152 東京都目黒区大田山 2-12-1)
- 2 工博 東京工業大学教授 工学部土木工学科 (同上)
- 3 工博 東京工業大学大学院 工学部土木工学科 (同上)



## 耐震基準の改訂

耐震基準の改訂を重ねたことで  
耐震性能は着実に向上



Waseda University

# 既存構造の性能不足への対応

## 耐震補強の実施



三陸南地震後

東北地方太平洋沖地震後

1970年代に建設された構造物でも、耐震補強の実施により  
耐震性能は大きく改善される



Waseda University

# 既存構造の性能不足への対応

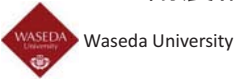
それでも地震被害は続いている...



Damage of Highway Bridges Due to The 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake (土木研究所資料)

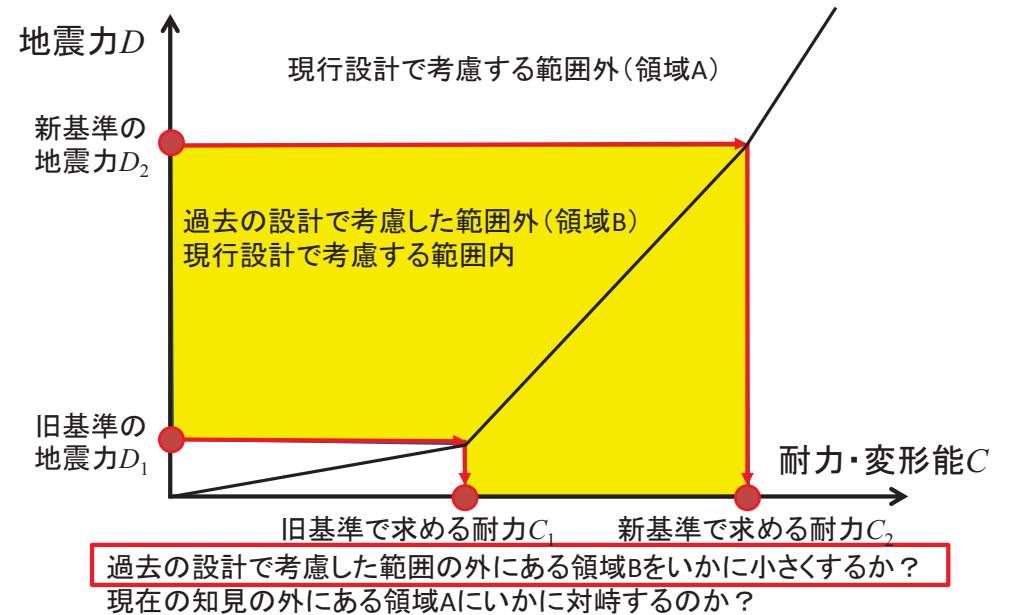
撮影(京都大学・高橋良和先生)

耐震補強未着手の構造物には繰り返し被害が発生  
耐震補強のスピードが地震の発生頻度に追いつけない



Waseda University

# 技術の進歩と既存不適格



# 技術の進歩と既存不適格

予算的制約と時間的制約の中の葛藤...

全ての既存構造物を現行基準で設計される構造物と同じ性能を有するように補強していくことを要求？ 一般のインフラ構造物では、予算的制約から極めて困難。原子力施設では？

既存不適格な構造物の現行規準で求める安全性レベルへの整合（耐震補強など）は、構造物管理者に強制的にその実施を求められるものではない。原子力施設でも？

土木構造技術者は、その過去の地震被害・専門知識に基づき、耐震性の低い既存構造物の現在の危うさを認識していながら、むやみに危うさを市民に対して周知することへのためらいがないか？

# 技術の進歩と既存不適格

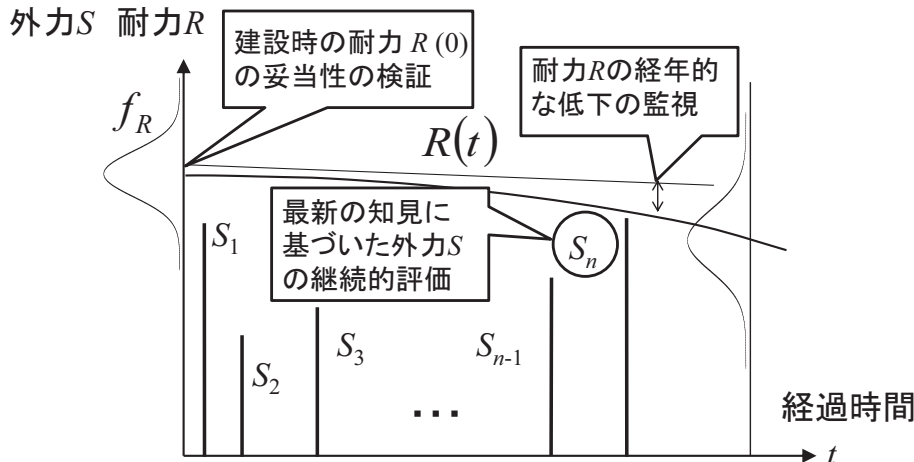
新しい設計思想・要求性能

新しい知見・技術



既存構造物に速やかに反映させるには？

# 継続的リスク管理の重要性



研究の進展・技術の進歩⇒耐力  $R(t=0)$  の不足の可能性&設計時の想定外力  $S$  を過小評価した可能性

経年劣化⇒耐力  $R$  が低下し、建設当時の安全性を満足しない可能性  
義務化・強制化？ 努力目標？

# 既存不適格構造物への対峙

安全性が十分でない構造物の補強を進める上でのチャレンジは、自然災害についての知識・経験が少ない市民にその必要性を提示することか？ 負担への理解。

被害が出るくらいなら、負担してでも既存構造物の性能アップを望んでいないか？

学会の役割

情報の公開



# 学会の役割

## ASCEの例

非常に多くの種類のインフラ構造物の現状(劣化状態・最新構造物との対比)と対策費の概算が示されている。



# おわりに

第三者が審査し、その結果を構造物利用者(市民)に公開する・利用者の意見をフィードバックするシステム(合意形成)を構築することで、リスクの認知と投資への理解が高まり、結果として、土木技術者として危ういと感じる既存構造物を減らしていくことに貢献できるのではないだろうか？

非常に多くの課題を含む。

- ①公開の方法・内容は十分な吟味と慎重さが必要。
- ②公開する側(技術者・学会)が社会の信頼を得ていることが大前提・・・
- ③既存構造物を最新の知見にあわせて性能アップさせることへの抵抗・・・