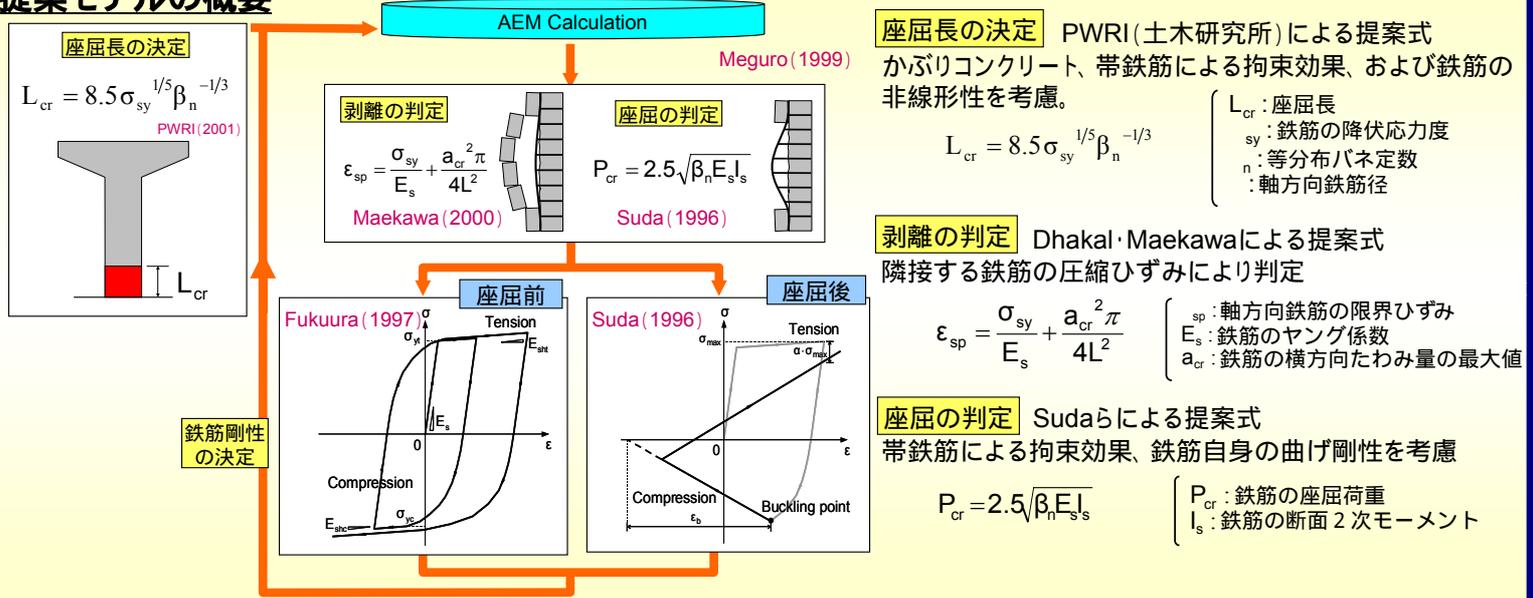


はじめに

想定を超える地震外力に対して、個々の構造物が満たすべき耐震性能の決定においては、構造システム全体としての壊滅的な被害を回避するための配慮が必要である。そのためには地震発生確率や費用便益の考慮に加え、設計上見込んだ外力を上回る外力が作用した際のパフォーマンスについても十分に把握しておくことが重要である。本研究の目的は、RC構造物を対象に、想定を超える地震外力が作用した場合の挙動の予測とその対策に有用な情報を得る事である。

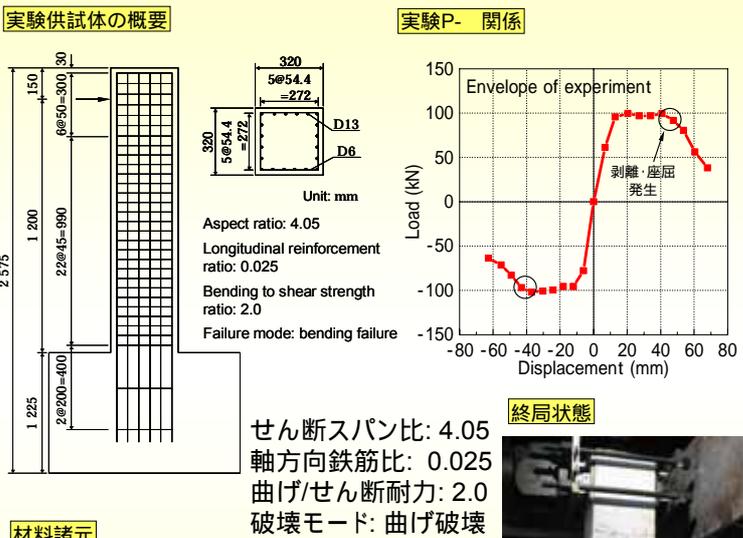
崩壊挙動解析モデル

提案モデルの概要



静的交番载荷実験の解析

対象実験の概要

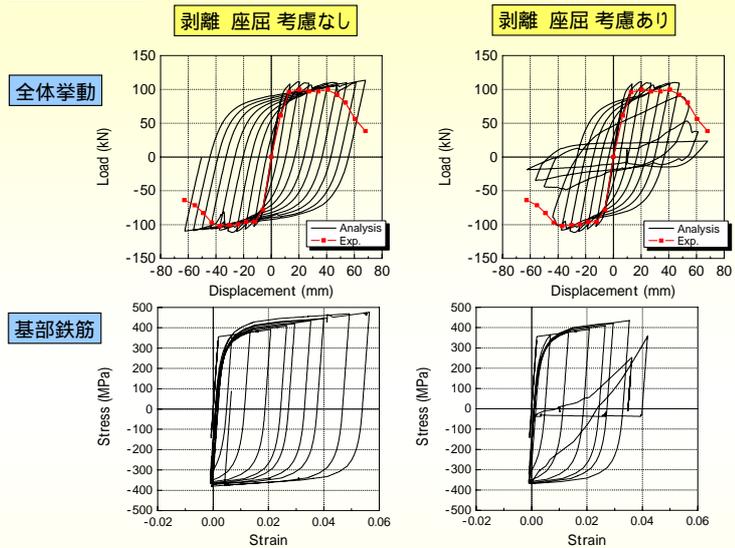


材料諸元

Concrete	Compressive strength (MPa)	28.4
	Young's modulus (GPa)	20.4
Longitudinal reinforcement	Yield strength (MPa)	356
	Young's modulus (GPa)	187
Tie reinforcement	Yield strength (MPa)	444
	Young's modulus (GPa)	192

Yoshikawa(1997)

解析結果

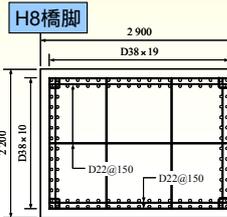
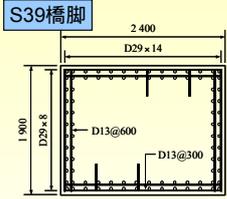
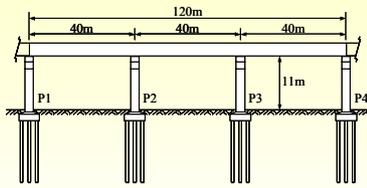


上図は、剥離 座屈を考慮しない場合と考慮した場合の実験と解析による結果の比較である。両ケースともに、繰り返し载荷によって軟化が生じているが、大変形に至るまで安定した解析結果が得られている。また剥離 座屈を考慮したモデルでは、座屈の発生による圧縮軟化および再引張時の剛性劣化が現れており、実験と調和的である。以上の検討の結果、提案するモデルにより、かぶりコンクリートの剥離および鉄筋の座屈が発生するRC構造の挙動を高い精度で解析できることが確認された。

実大RC橋梁の耐震性能評価

対象構造物の概要

対象とする橋梁構造物



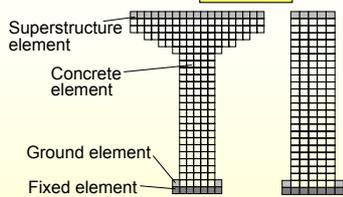
2つの基準による断面設計

	設計法	破壊形態	主鉄筋比
S39橋脚	震度法	せん断破壊	1.24
H8橋脚	地震時保有水平耐力法	曲げ破壊	2.07

Kawashima, 1999

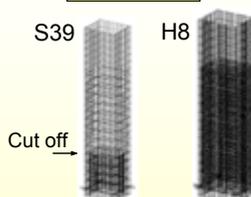
解析モデル

提案モデル



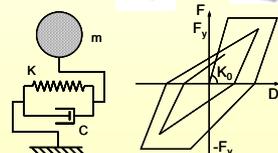
要素分割

鉄筋バネ分布



1自由度系減衰モデル

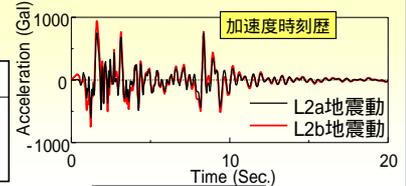
	m	P_y	h
S39橋脚	590 t	1920 kN	0.1
H8橋脚	590 t	4570 kN	0.1



入力地震動

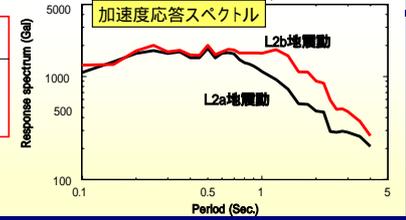
L2a地震動 (最大振幅50Gal)

- H8基準でのL2地震動
- 内陸断層型

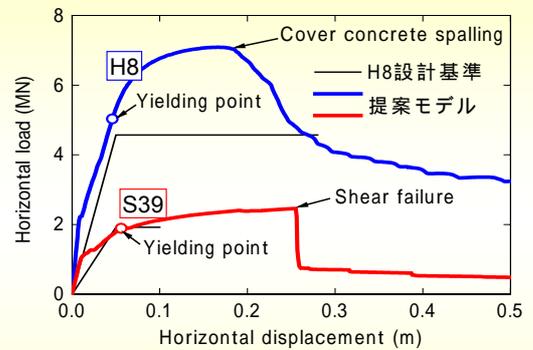


L2b地震動 (最大振幅13Gal)

- L2aを周波数領域で調整
- 周期1s付近の成分を強調



静的解析による耐震性能評価 (橋軸方向)



S39橋脚は脆性的なせん断破壊により急激に耐力が低下する。一方H8橋脚は曲げ塑性変形により最大耐力を迎えた後、かぶりコンクリートが剥離し、主鉄筋が座屈した結果、ゆっくりと耐力が低下した。

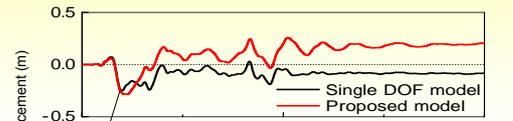
動的解析による耐震性能評価

S39橋脚

橋脚天端の応答変位 (橋軸直角方向)

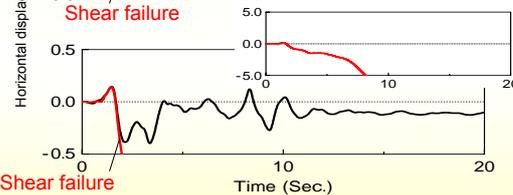
L2a地震動

- せん断破壊



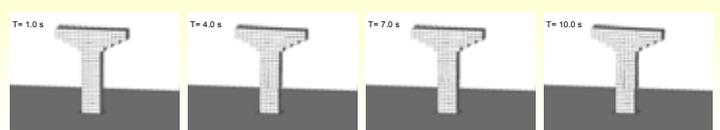
L2b地震動

- せん断破壊
- 主鉄筋破断

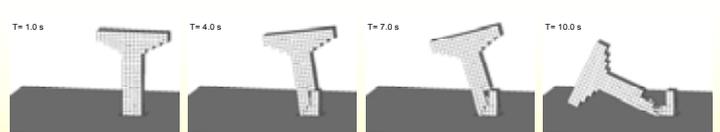


昭和39年の基準による橋脚では、現行の設計地震動 (L2a) でもせん断破壊する。L2bを作用した場合には倒壊し、周辺環境へ大きな被害を与える可能性もある。

S39橋脚にL2a地震動を入力



S39橋脚にL2b地震動を入力

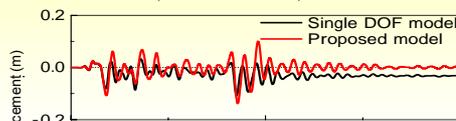


H8橋脚

橋脚天端の応答変位 (橋軸直角方向)

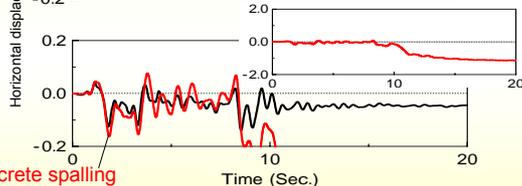
L2a地震動

- 剥離 座屈の発生なし

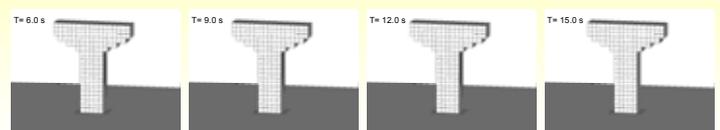


L2b地震動

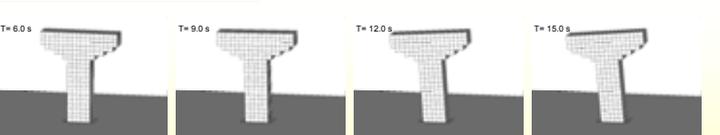
- かぶりコンクリート剥離
- 主鉄筋座屈



H8橋脚にL2a地震動を入力



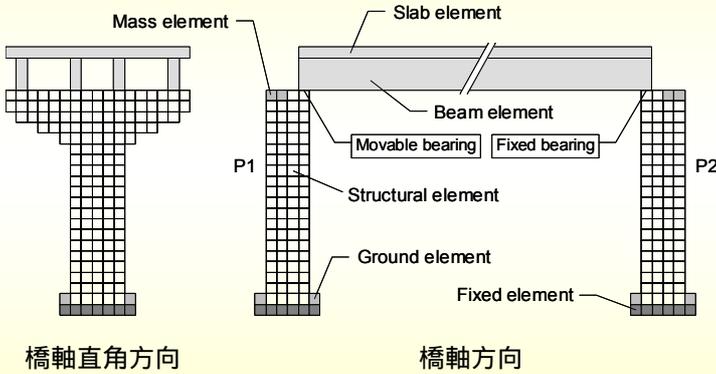
H8橋脚にL2b地震動を入力



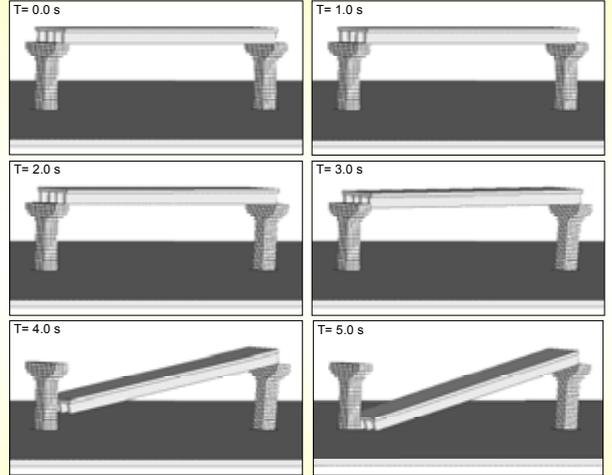
平成8年の基準による橋脚では、設計基準を超える地震動を入力した場合でも、倒壊には至らなかった。しかし主鉄筋の座屈により大きな残留変形が生じた。

単純桁を有する橋梁の耐震性能評価

解析モデルの概要



L2b地震動による時刻歴の挙動



可動支承側の橋脚は橋軸方向（ローラー可動方向）には、上部構造からの慣性力を受けないために応答は小さい。一方、固定支承側では上部構造からの大きな慣性力を受け、これにより固定支承側の橋脚基部でコンクリートが剥離し、続いて鉄筋の座屈が発生した結果、両橋脚間の相対変位が広がり落橋に至った。

提案モデルの活用法

想定を超える地震時の対策への活用

性能設計の要点

- ・構造物の崩壊の回避
- ・周辺環境に与える被害の最小化
- ・都市機能に与える影響の最小化
- ・復旧に要する時間・コストの最小化

現状での
実現は困難

設計者には「この橋梁は被災しても、週間以内に復旧でき、それにかかる費用は 円以内である。また近隣の環境には直接影響を与えない。」などの説明が求められるが、実際に設計にあたる技術者の間でもその受け止め方は大きく異なり、具体的な目標性能を実現するのは、現状では困難。

性能照査に用いる情報の例

最大応答	m
残留変位	m
破壊形態	曲げ破壊 or せん断破壊
落橋	あり or なし
⋮	

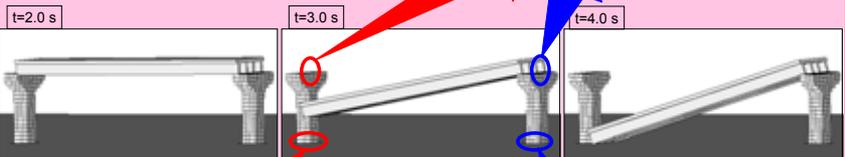
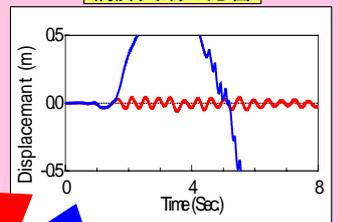
これらの情報だけでは不十分

提案モデルにより得られる情報

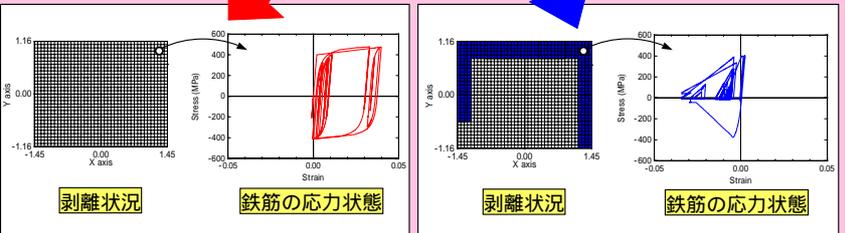
時刻歴で真の終局状態までの挙動を
構造全体・部材の両レベルでの把握

構造: H8橋脚 + 単純げた
入力: L2b地震動 (橋軸45度方向)

橋脚天端の応答



茎部断面の剥離度



関係者が被災状況を適切にイメージし、それらを共有できる環境がない。

時間的・空間的に連続した構造全体の破壊現象に関する情報を得られるため、被災状況をイメージしやすい。さらに、各部材の損傷状況や応力状態も把握できるので、性能を満足していなかった場合の対策も立てやすくなる。