

地震発生後の車両通行性に着目した既存橋梁システムの フラジリティ解析

○サキャ摩耶(横国大), 西尾真由子(筑波大)

研究背景と目的

■ 地震後の車両通行性



主桁と橋台の衝突



支承の破断

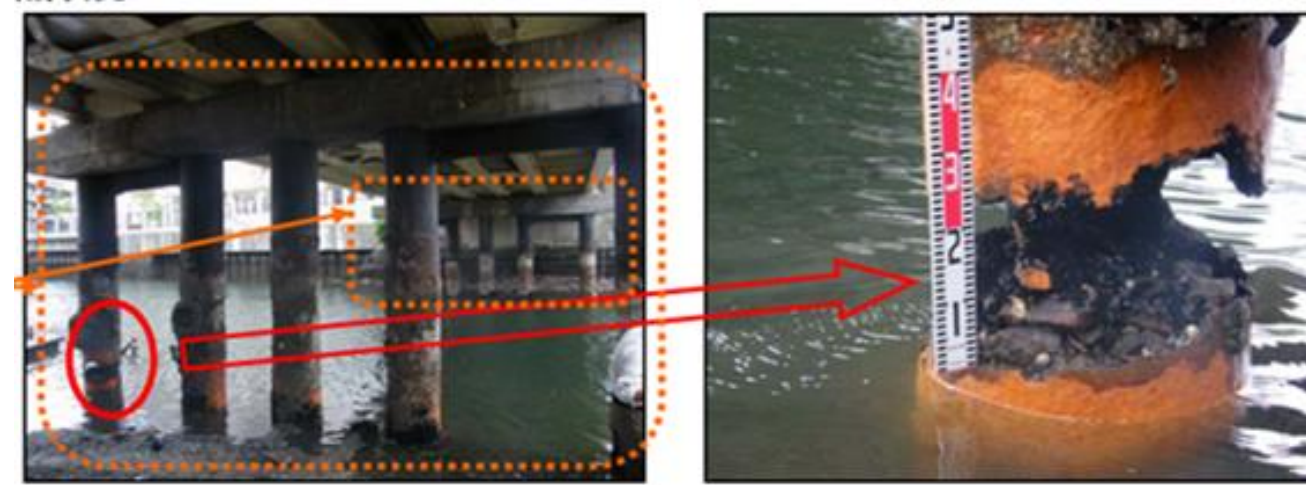
桁端部や支承の損傷により路面に段差発生
→緊急車両等の通行不可により復旧が遅れる



構造形式や地点の異なる橋梁の地震リスクを劣化も考慮して比較→補修補強の意思決定

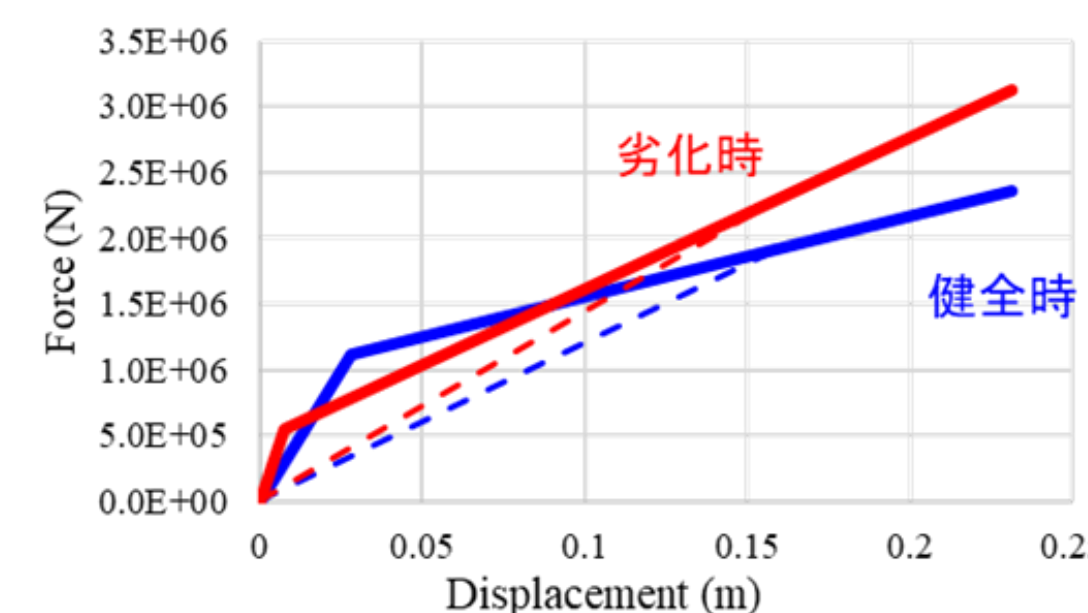
■ 既存橋梁の劣化

- ・パイルベント橋脚の損傷



パイルベント橋脚水中部腐食による減肉・断面欠損が発生

- ・ゴム支承の構造特性変化



検証方法

数値モデル構築

各対象橋梁の設計計算書に基づきモデル構築

非線形時刻歴解析

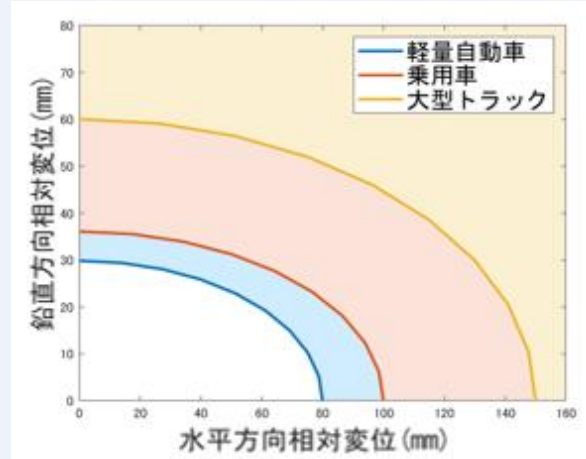
Newmark β 法、 $\Delta t=0.01s$
入力地震動の振幅を0.2~2倍としてPGA調整

車両通行性による限界状態設定

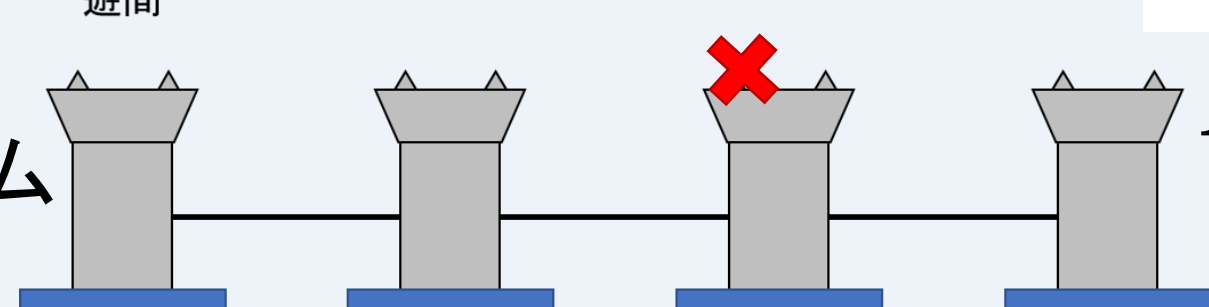
- ①段差・遊間



車種ごとに
段差・遊間の
許容値設定

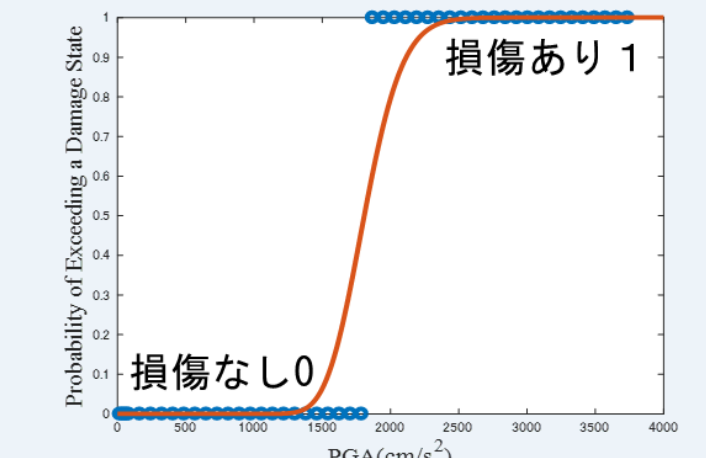


- ②橋梁全体を
直列システム
と捉える



1ヶ所でも損傷
→通行不可

フラジリティ 曲線の導出



損傷有無の2値情報から
最尤推定

劣化を考慮した フラジリティ解析

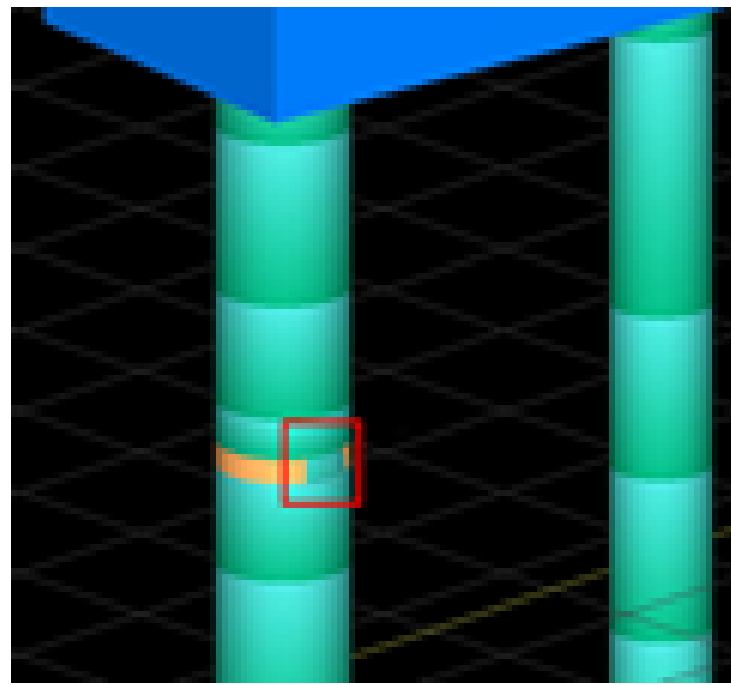
- ①パイルベント橋脚の腐食損傷
→橋脚断面欠損モデル

- ②ゴム支承の劣化
→支承パラメータ変化

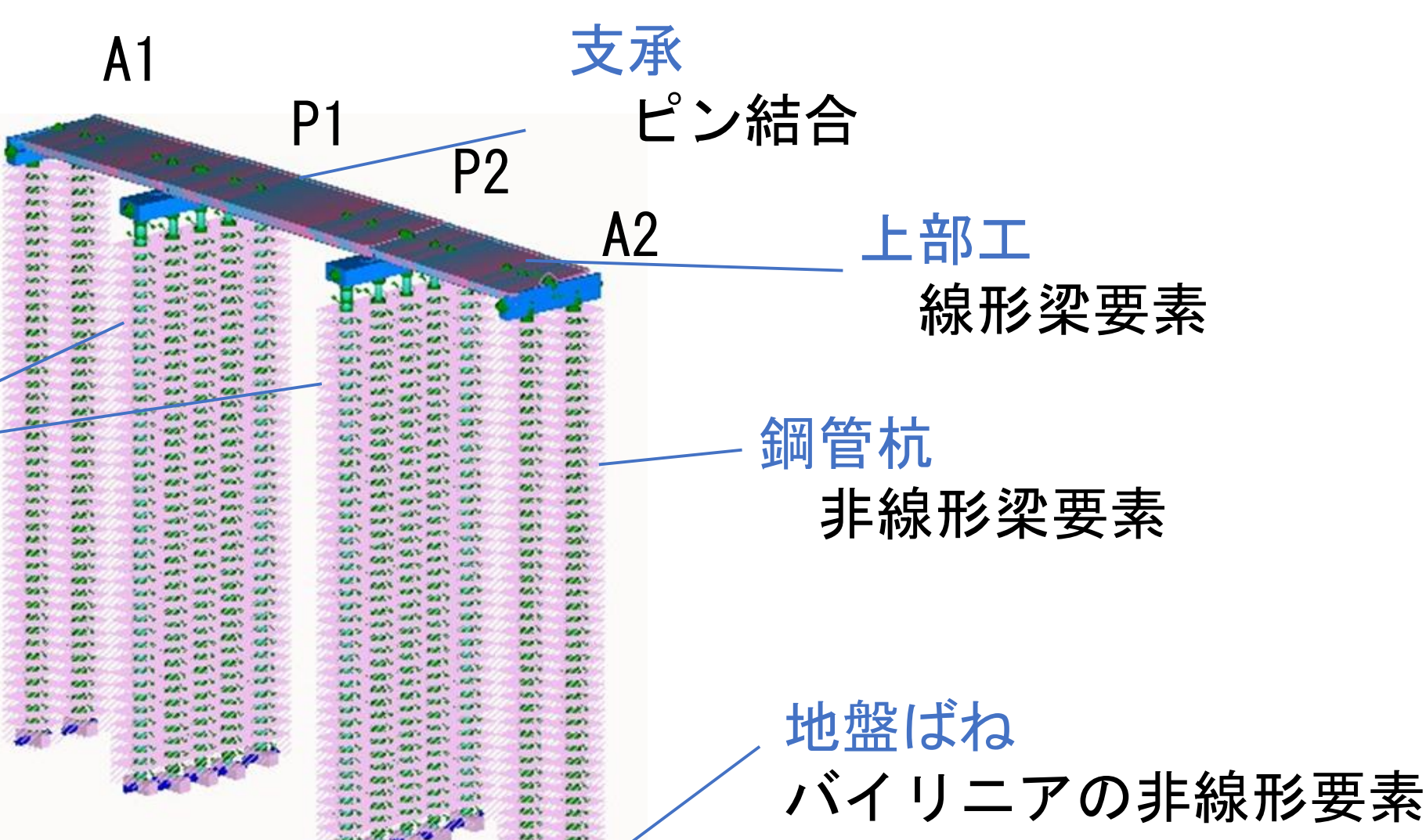
検証① 段差・遊間を限界状態とする フラジリティ解析

■ 橋梁①モデル

腐食損傷モデル



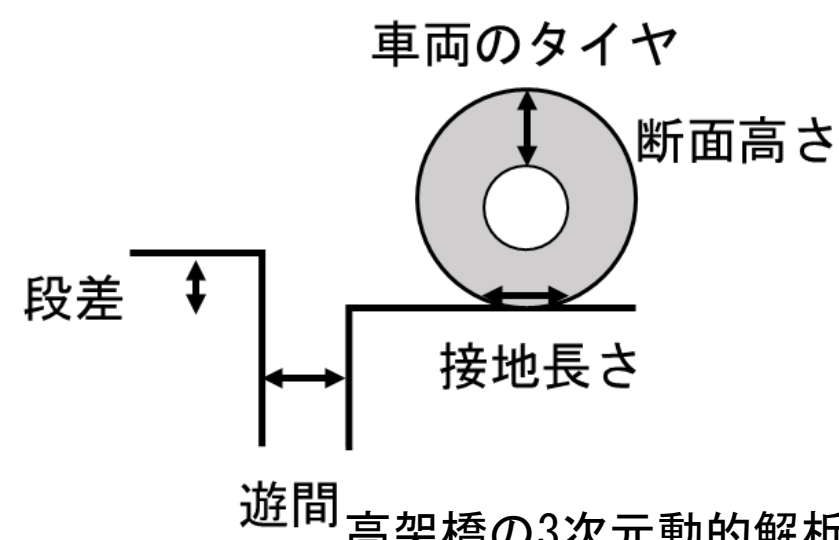
P1, P2橋脚の
上流側水面位置に
150×300mmの断面欠損



入力地震動: レベル2地震動 II-III-1, II-III-2, II-III-3
入力方向: 橋軸方向

■ 段差・遊間への限界状態

タイヤの接地長さから段差・遊間
に対する制限値 α , β を設定



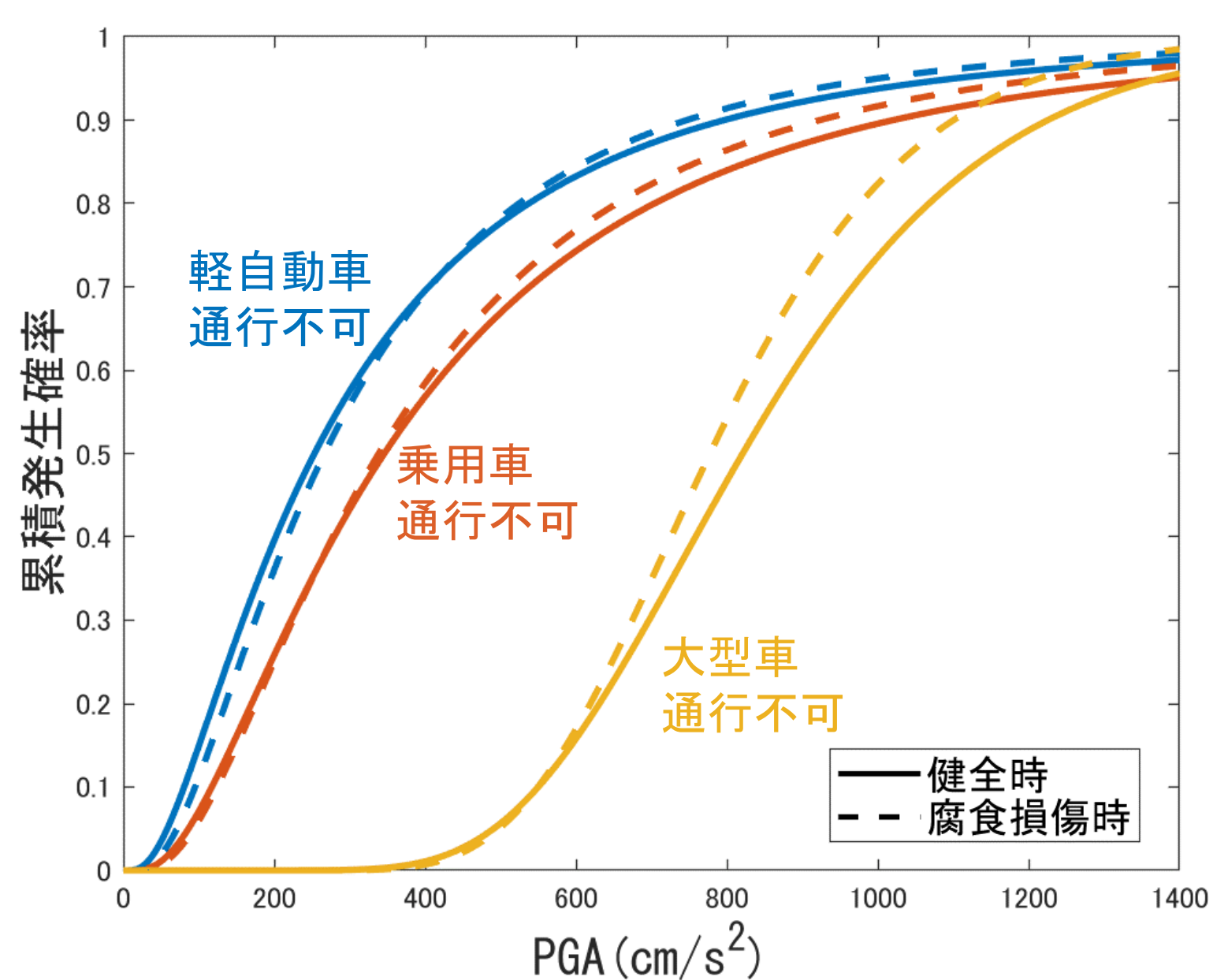
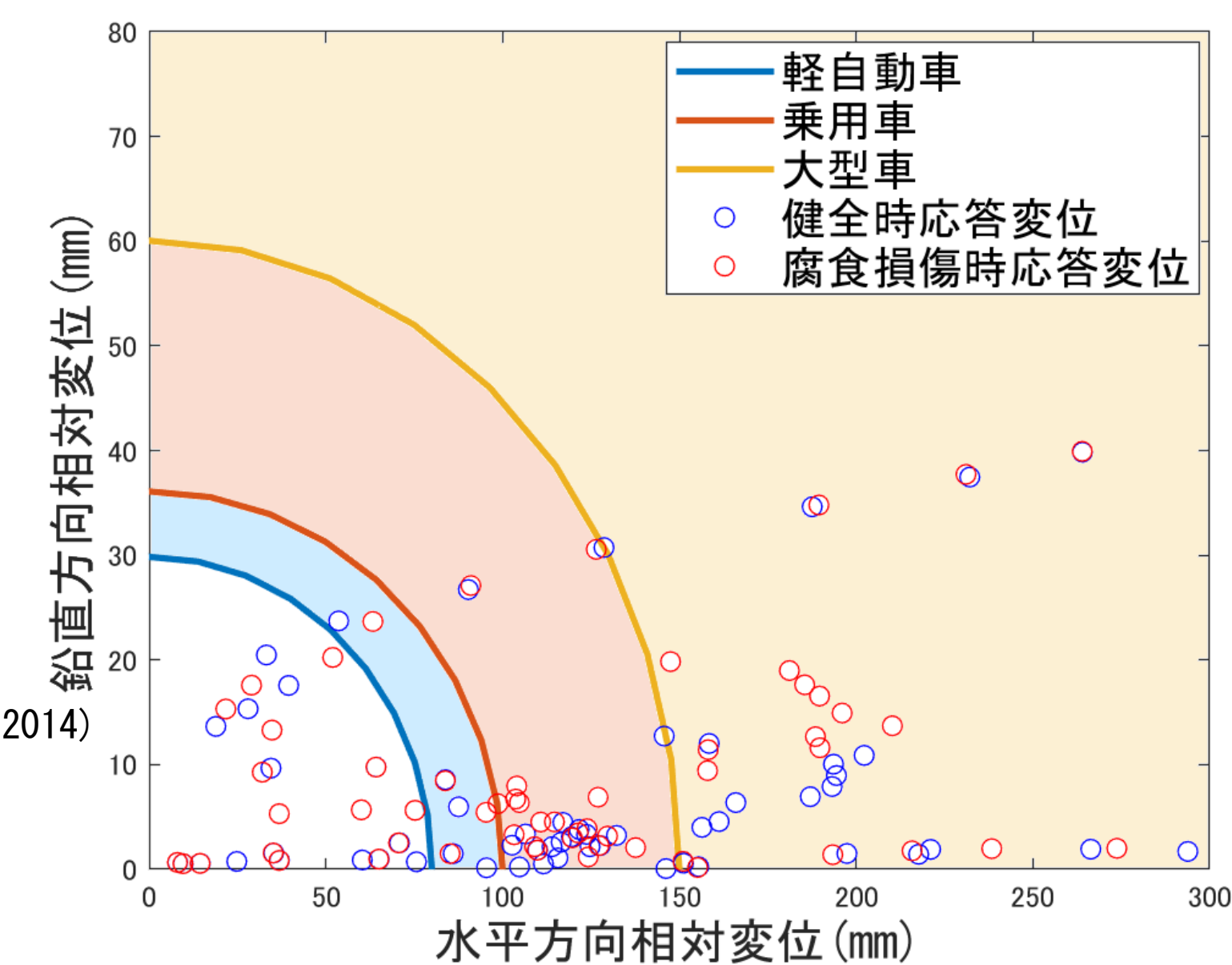
60km/h走行時における車両形態
ごとの通行規定範囲を設定

■ 結果: 健全時・腐食時の フラジリティ比較

P2橋脚上の桁変位に対して
限界状態を適用

PGA600[cm/s²]時の車両通行性損失確率

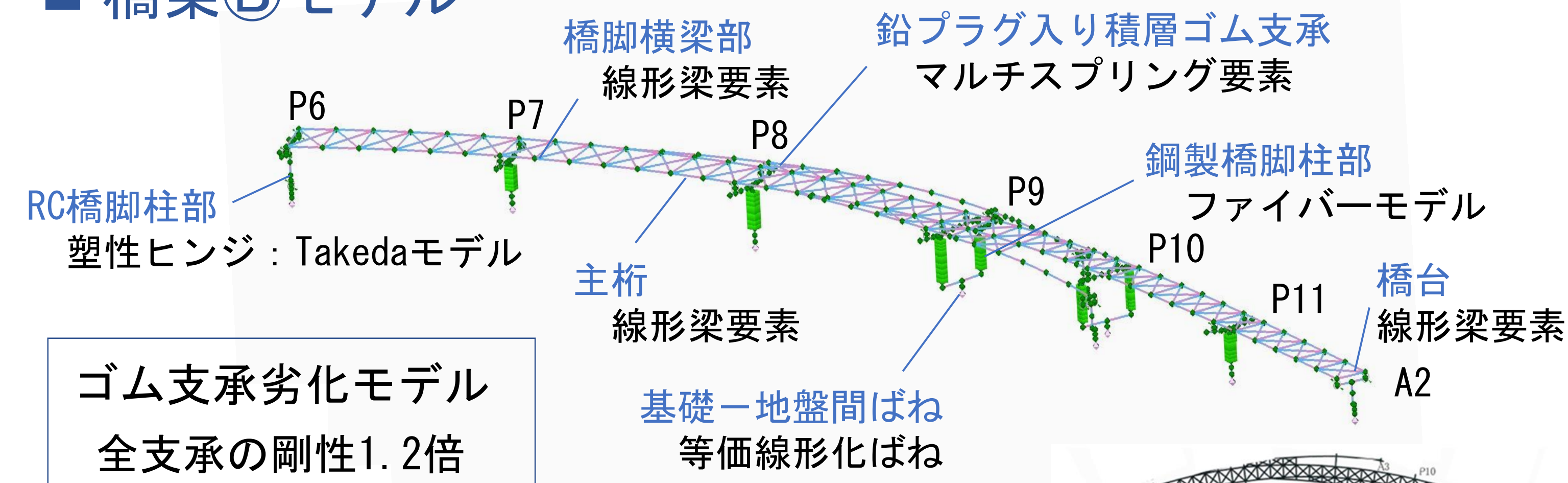
	健全時	腐食時
無被害	0.165	0.146
軽自動車通行不可	0.085	0.058
乗用車通行不可	0.581	0.616
大型車通行不可	0.169	0.18



- ✓ 腐食損傷時の方が低いPGAで通行不可となる確率が高い
- ✓ 特に大型車で腐食断面欠損の影響が大きい

検証② 免震ゴム支承最大変位を限界状態とする 高架橋システムとしてのフラジリティ解析

■ 橋梁②モデル



ゴム支承劣化モデル
全支承の剛性1.2倍
降伏荷重0.5倍

入力地震動: レベル2地震動 II-II-1, II-II-2, II-II-3
入力方向: 0°, 30°, 60°, 90°, 120°, 150°

■ 支承のせん断ひずみによる限界状態

免震ゴム支承せん断ひずみが250%を通行不可とする

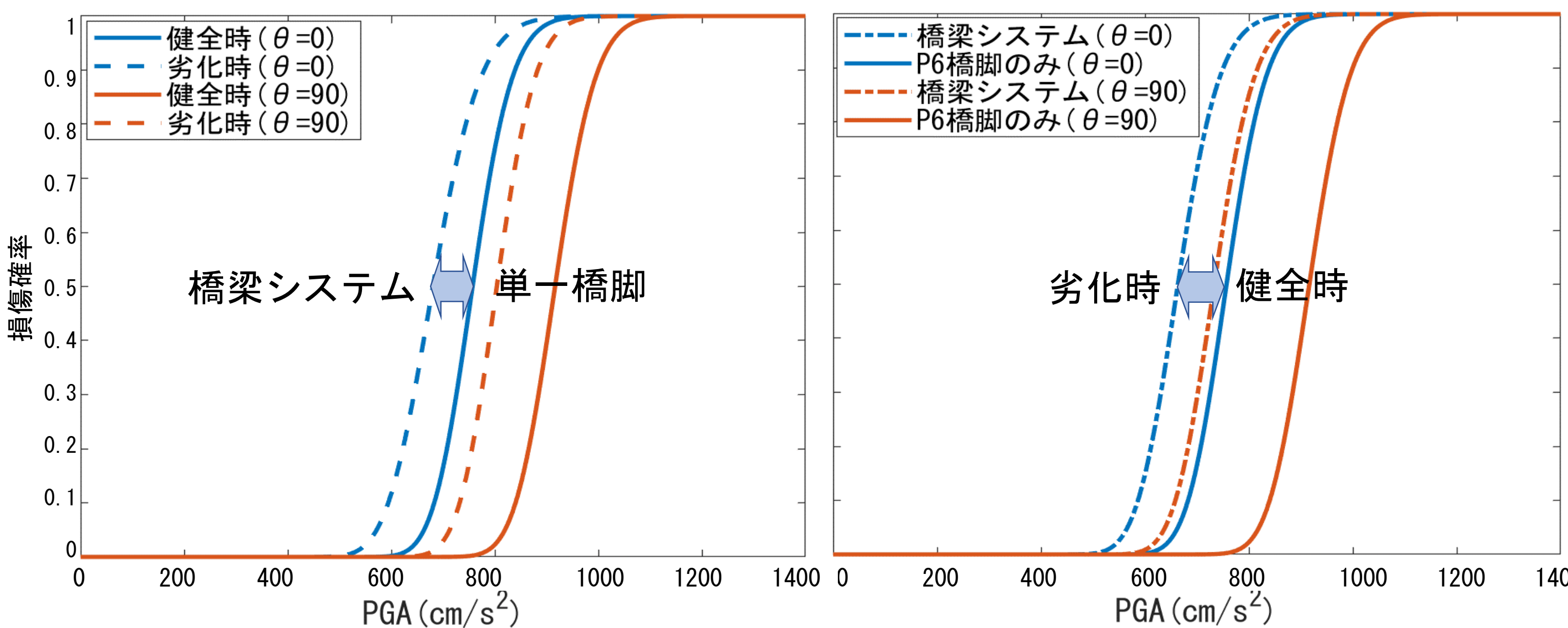
■ 結果: 免震ゴム支承の健全時・劣化時での 高架橋システムのフラジリティ比較

直列システム

支承22基のうち1基でも損傷→通行不可

P6橋脚のみに着目

健全時・劣化時を比較



- ✓ 多数の構造要素を有する高架橋では直列システムとして評価する場合のほうが低PGAでの損傷発生確率が高い
- ✓ 免震ゴム支承の劣化時には低PGAでの損傷発生確率が高く既存構造物の劣化を考慮する必要がある

結論

- ✓ 既存橋梁運用の観点から地震後車両通行性に対するフラジリティ解析実施し、ここで部材劣化など実構造状態を考慮する必要性を示した
- ✓ 2橋梁についてフラジリティ曲線と比較すると車両通行性損失確率は橋梁①のほうが高いといえ、異なる構造形式・限界状態でもリスクを比較することができる