

はじめに

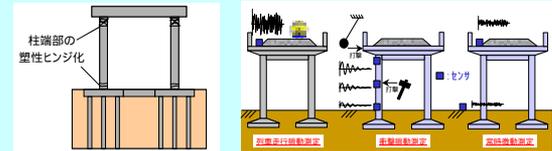
兵庫県南部地震以降、せん断破壊先行型の被害が予想される新幹線RCラーメン高架橋柱は鋼板巻き立て補強がなされた。そのため、既存の高架橋柱の大半が曲げ破壊先行型となっており、地震時の損傷は柱端部に集中するものと予想される。この柱端部の損傷度を柱の上下端別々に検査できるようにすれば、最小限の応急復旧工事(部分的な補修・補強)の計画設定や復旧工事後の施工不良箇所の検出などが可能になる。

そこで、AEMと振動測定を利用した構造物の地震時損傷度判定手法を応用して、RCラーメン高架橋の柱端部の損傷度判定手法を提案した。

RC構造物全体の損傷度の把握

耐震補強構造物の損傷度の把握

損傷箇所と損傷程度の把握
地盤と基礎の影響の考慮
応急復旧・復旧後検査 省力化



柱端部の損傷度評価に用いる指標

高架橋柱全体の損傷度と関係する指標

1次モード固有振動数変化率

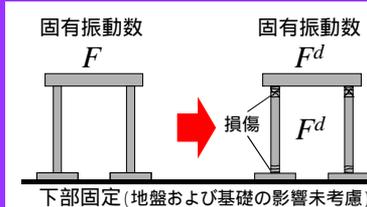
$$F^d / F$$

柱上下端の損傷度の比と関係する指標

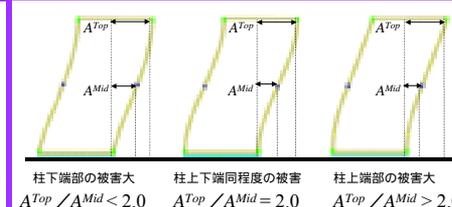
1次モードの柱上端部 / 中央部振幅比

$$A^{Top} / A^{Mid}$$

RCラーメン高架橋の柱上下端の損傷度を別々に判定

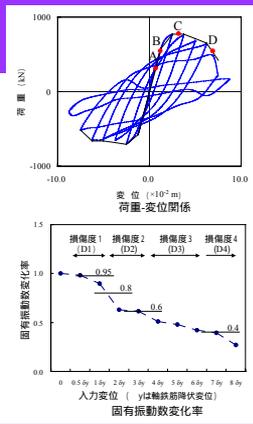
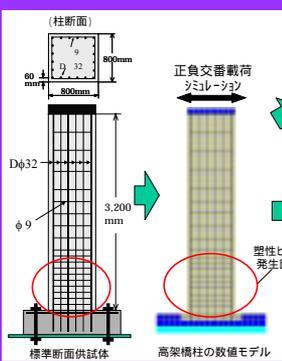


指標 F^d / F

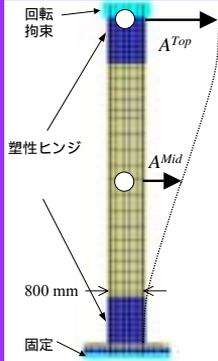


指標 A^{Top} / A^{Mid}

各損傷度に対応する塑性ヒンジ特性の数値解析



損傷箇所・程度の変化による評価指標の変化のパラメータスタディ



RCラーメン高架橋を1本柱に簡略化した数値モデル

柱の上下端部の損傷レベルと各評価指標の変化

		柱上端部の損傷度			
		D1	D2	D3	D4
柱下端部の損傷度	D1	F^d/F : 0.91	F^d/F : 0.75	F^d/F : 0.59	F^d/F : 0.37
	D2	A^{Top}/A^{Mid} : 2.0	A^{Top}/A^{Mid} : 2.4	A^{Top}/A^{Mid} : 3.5	A^{Top}/A^{Mid} : 8.8
D3	D1	F^d/F : 0.75	F^d/F : 0.62	F^d/F : 0.51	F^d/F : 0.35
	D2	A^{Top}/A^{Mid} : 1.8	A^{Top}/A^{Mid} : 2.0	A^{Top}/A^{Mid} : 2.7	A^{Top}/A^{Mid} : 5.8
D4	D1	F^d/F : 0.58	F^d/F : 0.51	F^d/F : 0.44	F^d/F : 0.32
	D2	A^{Top}/A^{Mid} : 1.4	A^{Top}/A^{Mid} : 1.6	A^{Top}/A^{Mid} : 2.0	A^{Top}/A^{Mid} : 3.7
D4	D3	F^d/F : 0.36	F^d/F : 0.34	F^d/F : 0.32	F^d/F : 0.26
	D4	A^{Top}/A^{Mid} : 1.1	A^{Top}/A^{Mid} : 1.2	A^{Top}/A^{Mid} : 1.3	A^{Top}/A^{Mid} : 2.0

損傷度判定データベースの作成手順

数値解析(AEM)を用いて、標準断面RC柱の柱端部に生じる塑性ヒンジの特性を各損傷度毎に分析

高架橋の数値モデルの柱端部に様々な損傷度に対応する塑性ヒンジ特性を与えるパラメータスタディを行い指標の変化を分析

データベース化

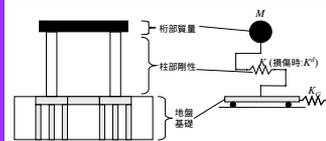
地盤および基礎の影響の評価方法

本手法のターゲットである新幹線RCラーメン高架橋は標準設計されており、上部構造の種類が少なく損傷度判定データベースも比較的作成しやすい。しかし、地盤と基礎の影響も考慮したデータベースを作成するのは容易ではない。

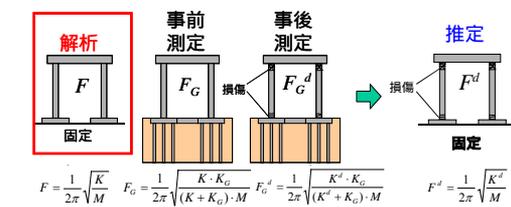
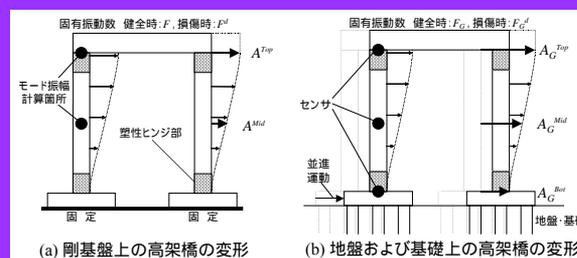
そこで、振動測定で得られるラーメン高架橋の振動特性から、地盤および基礎の影響を取り除くアイデアを提案した。

提案手法を用いれば、地盤と基礎を伴う構造物についても、上部構造のみを対象として作成したデータベースで損傷度を判定することができる。

上部構造のみの1次固有振動数変化率の算出法



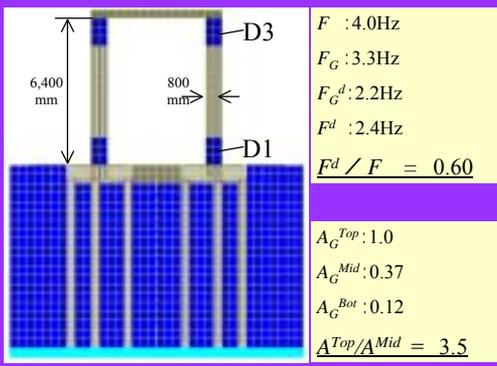
上部構造のみの1次モードの柱上端部 / 中央部の振幅比の算出法



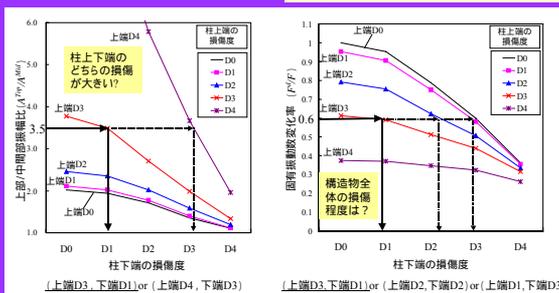
$$F^d / F = F_G \cdot F_G^d / \sqrt{F^2 \cdot F_G^2 - F_G^{d2} \cdot (F^2 - F_G^2)}$$

$$A^{Top} / A^{Mid} \approx (A_G^{Top} - A_G^{Bot}) / (A_G^{Mid} - A_G^{Bot})$$

数値解析例による説明



データベースによる損傷度評価



損傷度判定の流れ

まとめ

提案手法を用いれば、次の手順で高架橋の柱上下端の損傷度を別々に判定できる。

(事前の準備)

- 数値解析による損傷度判定データベースの作成
- 微動測定(1点)による F_G の算出
- 数値解析による F の算出

(事後の対応)

- 微動等振動測定(3点)による指標 (F^d / F , A^{Top} / A^{Mid}) の算出
- 指標とデータベースの照合による損傷度判定