

1. はじめに

日本は世界でも有数の地震大国であり、地震による土木構造物の被害が多くみられる。それ故に地震が構造物に与える影響を予測し、対策をしていく事が非常に重要である。この地震動の影響を知る上で、地震動の継続時間の長さにより構造物にどのような影響を与えるのか、また周期特性が構造物にどのような影響を与えるのかを知ることは、将来発生する様々な地震動の被害を予測するために必要である。本研究では RC 橋脚を対象とした地震応答解析を行い、塑性率並びにエネルギー吸収量について評価していく。

2. 解析対象

解析対象として、第 3 愛宕高架橋 R2 と甲東園高架橋 R4 の二つの一層ラーメン構造の鉄道高架橋の RC 橋脚を用いた。表 1 にその概要を示す。

表 1 解析構造物の概要

モデル名称	橋脚高さ(m)	固有周期(s)
第 3 愛宕高架橋 R2	8.8	0.259
甲東園高架橋 R4	11.5	0.414

3. 入力地震波

本研究では入力地震動として図 1 に示すように、国内の実測波形、シミュレーション波形の合計 20 成分を使用した。地震動継続時間の長さが構造物に与える影響について検証するために、地震動継続時間の指標として T_{90} (地震動パワーが 5% から 95% となる区間の時間)を用いる。これらの地震波の T_{90} の中央値である 18.26(s) で短時間地震動と長時間地震動に分ける。また、卓越周期においても同様に、中央値である 0.4915(s) で短周期地震動と長周期地震動に分ける。

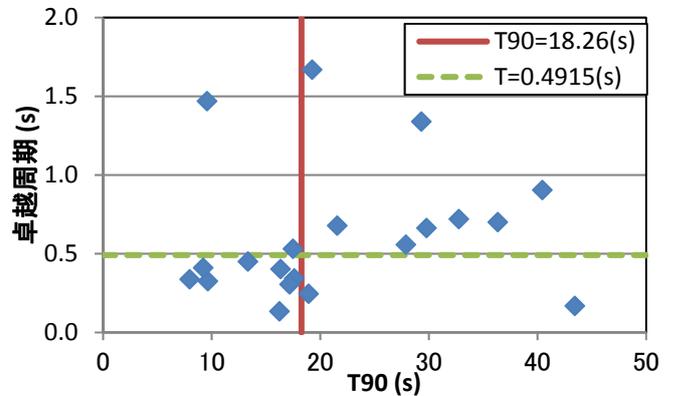


図 1 入力地震波の分布図

4. 解析方法

設計諸元に従い、材料非線形性を考慮した平面骨組モデルによるプッシュオーバー解析を行い、得られた荷重-変位関係を復元力特性とする等価 1 自由度系モデルを用いて、地震応答解析を行った。解析によって得られた結果より、地震動の周期特性並びに継続時間が構造物の塑性率、エネルギー吸収量に及ぼす影響について検証する。ここでエネルギー吸収量に関しては、破壊判定を無くし、破壊した直後のエネルギー吸収量ではなく、最終的なエネルギー吸収量を以て評価することとする。

5. 解析結果

本研究では、第 3 愛宕高架橋 R2 の甲東園高架橋 R4 のそれぞれにおいて地震応答解析を行った。結果例として、甲東園高架橋 R4 において解析を行った際の時刻歴応答を図 2 に、第 3 愛宕高架橋 R2 において解析を行った際の履歴エネルギーを図 3 に示す。

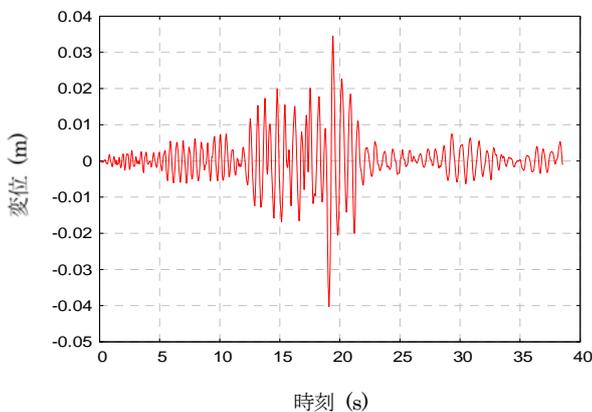


図 2 時刻歴応答(甲東園)

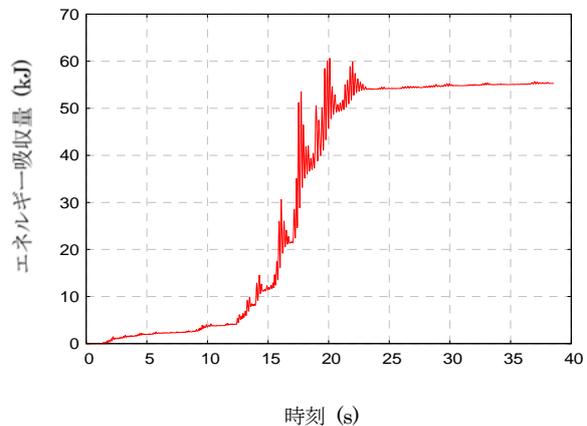


図 3 履歴エネルギー(愛宕)

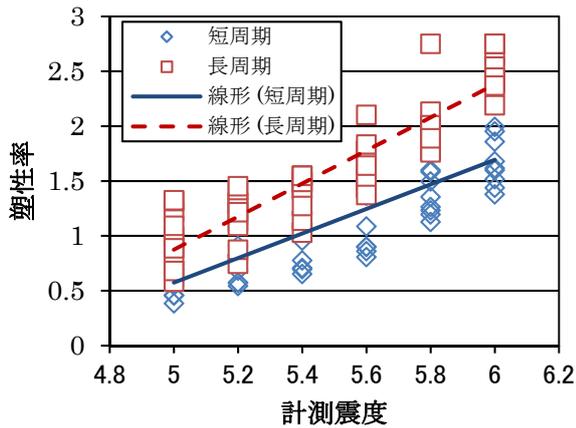


図4 周期特性-塑性率の解析結果(甲東園)

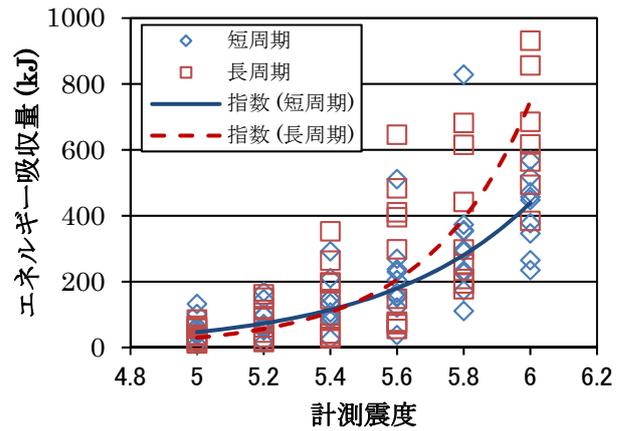


図6 周期特性-エネルギーの解析結果(愛宕)

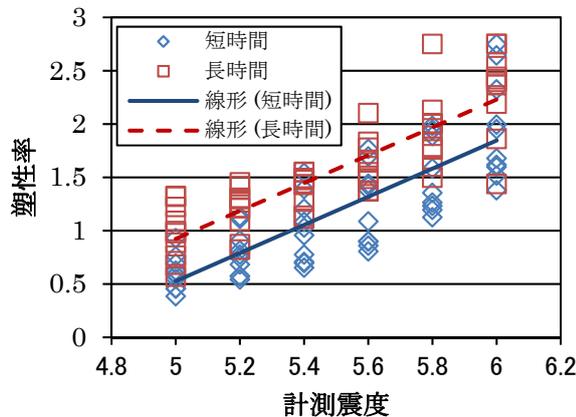


図5 継続時間-塑性率の解析結果(甲東園)

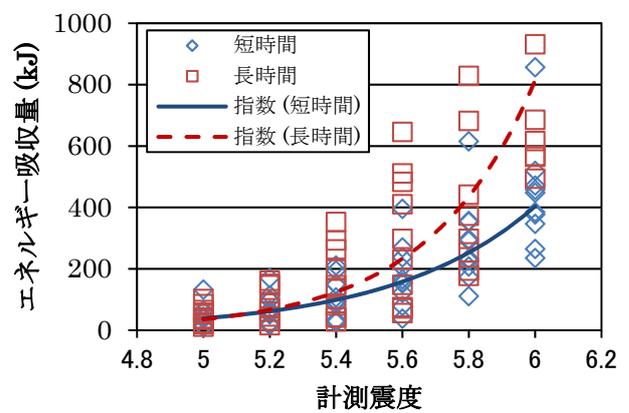


図7 継続時間-エネルギーの解析結果(愛宕)

周期特性が及ぼす影響に関しては、図4に示す甲東園における周期特性と塑性率の解析結果より、短周期地震動よりも長周期地震動の方が同じ計測震度における塑性率が大きくなっており、また近似線の傾きを比較しても短周期地震動は1.12、長周期地震動は1.51と長周期地震動の方が塑性率の増加割合が大きくなるという結果が得られた。これは構造物の塑性化が進むと固有周期が大きくなり、長周期地震動において共振が発生していることが要因であると考えられる。また同様の理由から、図6に示す愛宕における周期特性とエネルギーの解析結果から分かるように、長周期地震動の方がエネルギー吸収量が大きくなっている。

継続時間が及ぼす影響に関しては、図5に示す甲東園における継続時間と塑性率の解析結果より、短時間地震動よりも長時間地震動の方が同じ計測震度における塑性率が大きくなっている。しかし、近似線の傾きを比較すると短時間地震動は1.32、長時間地震動は1.31となっており、塑性率の増加割合はほぼ等しくなるという結果が得られた。長時間地震動の方が塑性率が大きくなったのは、地震動の時間が長くなることにより繰り返し裁荷回数が増えるためであると考えられる。また同様の理由から、図7に示す愛宕における継続時間とエネルギーの解析結果から分かるように、長時間地震動の方がエネルギー吸収量が大きくなっている。

周期特性と継続時間の解析結果を比較すると、塑性率に対する影響に関しては、図4、図5を比較して、継続時間の違いよりも周期特性の違いの方が影響が大きいと言える。逆にエネルギー吸収量に対する影響に関しては、図6、図7を比較して、周期特性の違いよりも継続時間の違いの方が影響が大きいと言える。

6. まとめ

本研究では、地震動の周期特性と継続時間の違いがRC橋脚の地震時応答に及ぼす影響について検証した。結果として、構造物の固有周期に近い卓越周期を持つ地震動、長時間地震動の方がRC構造物に対する影響が大きくなり、また、塑性率に対しては周期特性の違いの方が、エネルギー吸収量に対しては継続時間の違いの方が影響が大きいということが分かった。これより、構造物の被害予測においては地震動の継続時間、卓越周期を踏まえたうえで検証していく必要があると考えられる。