

Ⅲ－48

損傷度曲線の評価手法に関する一考察

日本大学工学部土木工学科 学○小林 廣毅, 高内 修平, 正 中村 晋

1. はじめに

兵庫県南部地震が発生してからちょうど 10 年が経過したが、国内では宮城県北部地震、十勝沖地震、さらに昨年末の新潟県中越地震など多くの地震が発生し、相変わらず多くの構造物が被害を受けている。その様な現在、設計の考え方が、発生の可能性のある全ての外力を考慮し、安全の可能性、言い換えれば壊れる可能性を定量的に評価する方向に向かっている。その中で、地震動の強さに応じた構造物の損傷の可能性を表す損傷度曲線を構造物毎に評価することが重要となっている。一般に土木構造物は構造形式が多様で、構造物の固有周期も 0.1 また 0.2 秒の短周期のものから 1.0 秒以上の長周期のものもある。その様な多様な構造物の損傷や崩壊を支配する地震動の性質、またその大きさを表す指標について、十分に明らかになっているとは言えない。

ここでは、構造物の非線形地震応答を支配する地震動強さの指標、さらに地震動の強さに対する構造物の損傷度に関する評価手法を明らかにし、考察することを目的とした。

表-1 解析に用いた地震記録の諸元

	地震	発生年 規模	観測点 (成分)/略称	PGA (m/s ²)	PGV (m/s)
1	十勝沖 地震	2003 8.0	池田 Ikedo	6.08	0.55
2	宮城県沖 の地震	2003 7.4	牡鹿半島 Ojika	10.9	0.65
3	兵庫県南部 地震	1995 7.2	ポートアイランド (NE,地中)/PL	5.36	0.51
4			葛合(NS):Fuki	8.03	1.23
5	鳥取県西部 地震	2000 7.3	日野(NS) Hino	9.24	1.08
6	新潟県中越 地震	2004 6.8	小千谷 ojiya	12.9	12.5

2. 解析手法および条件

解析には、バイリニア型の復元力特性を有する 1 自由度系の振動モデルを用いた。ここで、質量 m は 500t、初期剛性 k_1 ($=m(2\pi/T_0)^2$) は振動計の弾性固有周期 T_0 より算出し、減衰定数 h は 5% とした。時間積分には Wilson の θ 法 ($\theta=1.4$) を用いた。また、復元力特性における降伏荷重 Q は 0.46mg、降伏変位 δ_y は降伏荷重と初期剛性の比として求めた。振動系の解析パラメータには、弾性固有周期 T_0 と復元力特性の剛性比 $r=1/20$ を用いた。ここで、構造物の弾性固有周期は 0.1 秒から 3.0 秒間を対数軸上 50 等分した値を用いた。

入力波には、18 個のデータを使用した。そのうち例として表-1 に 6 つの地震記録を示す。表-1 に示す記録は、最近我が国で地震被害をもたらした内陸型地震と海洋性地震による記録である。¹⁾

3. 解析結果

表-1 に示した地震波に対して、振動系の応答塑性率 (μ) が 1 から 10 となる際の地震動の最大加速度、最大速度、さらに両者の積として得られる最大値指標を求めた。構造物の弾性固有周期が 0.2 秒と 0.7 秒に着目し、塑性率と所要の塑性率を与える最大加速度、最大速度および最大値指標の関係を図-1 から図-6 に示す。固有周期 0.2 秒と 0.7 秒の時に着目すると、構造物の固有周期が 0.2 秒の場合、どの地震動に対してもその最大加速度や最大速度の変化に対し、塑性率が急激に変化している。それに対し、固有周期 0.7 秒の場合、塑性率と地震動の最大値の関係は、地震動による差異が大きく、地震動の強さに対する塑性率も緩やかとなっている。このことは、構造物の損傷機構は地震依存、つまり、震源依存性を有していることが分かる。又、構造物の損傷の評価に際して、構造物の固有周期が同一でも、地震動の強さの指標を最大加速度、最大速度、また最大値指標とした場合、所要の応答で与える地震動強さの大きさの小さい方からの地震の順番が異なっている。つまり、いずれの地震動強さの指標を用いるかにより、構造物の損傷に強く影響を及ぼす地震が異なることになることが分かる。

次に、前述の図と同様に構造物の弾性固有周期が 0.2 秒と 0.7 秒に着目し、所要の塑性率を与える最大加速度と最大速度の関係を図-7, 8 に示す。固有周期 0.2 秒の時の塑性率は最大速度軸にほぼ平行、つまり塑性率は最大速度ではなく最大加速度の変化に依存していることがわかる。一方、固有周期 0.7 秒の時は塑性率が右上方向にばらつきを帯びているため、塑性率が最大加速度と最大速度の両方に依存していることがわかる。このことから、固有周期が短い時は最大加速度に依存し、固有周期が長くなるにつれて最大加速度と最大速度の両方に依存することがわかる。

4. 考察

構造物の応答変位と降伏変位で構造物の弾性固有周期が0.2秒0.7秒の時に着目すると、地盤が緩い固有周期0.2秒の時の方が固有周期0.7秒の時より壊れやすくなっている。また、同じ固有周期でも、地震動強さの指標である最大加速度、最大速度、最大値指標によって、影響およぼす地震動が異なる結果がでたことにより、地震動強さの指標は構造物の損傷を評価する上で再考が必要であることが分かった。さらに、塑性率と最大加速度、最大速度の関係では、塑性率は最大速度ではなく最大加速度の変化に依存していることがわかった。

参考文献1) 国土交通省土木技術政策総合研究所, RC橋脚の被害関数に関する被害業務報告書

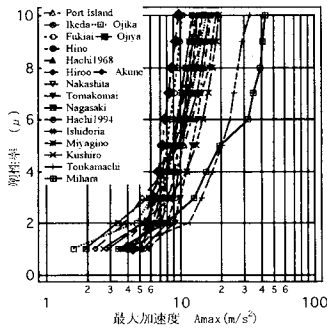


図-1 塑性率とそれを与える最大加速度の関係(T=0.2)

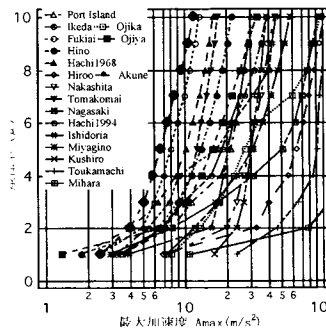


図-2 塑性率とそれを与える最大加速度の関係(T=0.7)

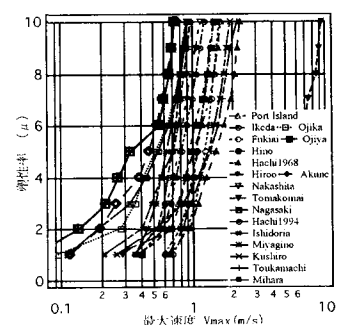


図-3 塑性率とそれを与える最大速度の関係(T=0.2)

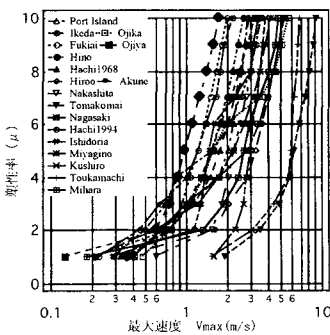


図-4 塑性率とそれを与える最大速度の関係(T=0.7)

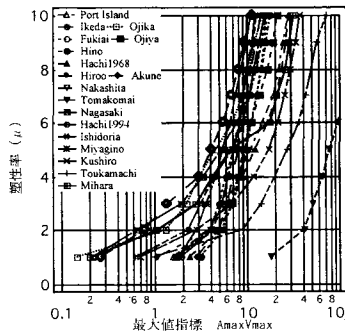


図-5 塑性率とそれを与える最大値指標の関係(T=0.2)

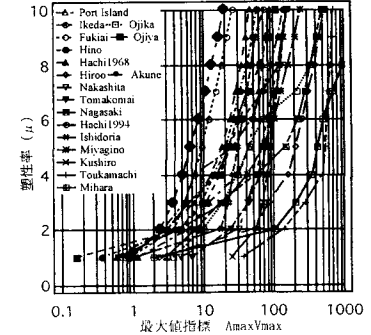


図-6 塑性率とそれを与える最大値指標の関係(T=0.7)

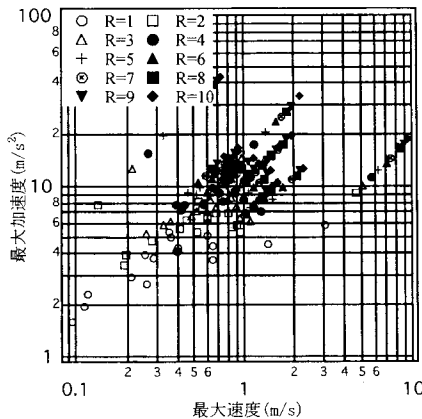


図-7 塑性率と最大加速度と最大速度の関係
(T=0.2)

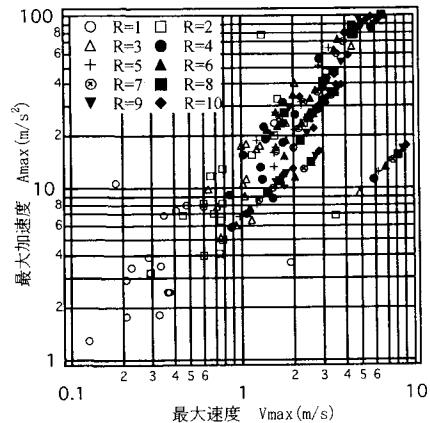


図-8 塑性率と最大加速度と最大速度の関係
(T=0.7)