

劣化履歴構造物の地震応答と動的破壊規範に関する研究

京都大学工学部 正員 山田 善一
神戸市 正員 豊田 巖

京都大学工学部 正員 家村 浩和
京都大学大学院 誘田 文雄

1. 概説 最近、履歴構造物の剛度およびエネルギー消費能の劣化割合を、損傷度関数にモデル化し、動特性の劣化が地震応答に及ぼす効果に関する報告がなされている。¹⁾ 本研究では、まず、履歴復元力曲線の形状の変化や、動特性の振幅依存性を考慮して、動的パラメータの新しい劣化モデルや、応答計算の改良法を提案した。しかる後、新しいモデルの実地地震応答解析より、最大じん性率応答、全エネルギー吸収量、累積損傷度を算出し、それらの関係について考察するとともに、それらの動的破壊規範としての妥当性を検討した。

2. 解析モデル 本研究では、履歴復元力特性の基本モデルとして Iwan の提案したモデルを用いた。²⁾ これは Fig. 1 に示す三要素を組み合わせ、Fig. 2 のような基本単位としたものである。Fig. 4 に、処女載荷時と2サイクル目以降の履歴復元力曲線の違いを示した。しかしこのモデルは、2サイクル目以降劣化しない欠点を有する。したがって、ここでは前の研究と同様、等価線形パラメータの劣化モデルとして式(1)を用い、応答解析を行なった。

$$\omega_{eq}(D, \mu) = f_1(D) \cdot \omega_{eq}(\mu), \quad \beta_{eq}(D, \mu) = f_2(D) \cdot \beta_{eq}(\mu) \quad (1)$$

式中の記号は、文献1)と同じものを用いた。ここで、剛度の劣化関数 $f_1(D)$ は、文献1)のように最大反力の低下によらず、式(2)に示される等価線形円振動数³⁾の値の低下によって定義し、履歴ループの形状の変化を考慮した。

$$\omega_{eq}(\mu) = \oint \dot{\mu} dt / \oint \mu dt \quad (2)$$

各々の場合の相違は Fig. 3 に示されている。

3. 計算結果 上記の解析モデルを用い、実地震応答計算を行った。計算にあたっては、応答振幅に見合った等価線形化定数を決定するため、半周期毎に動特性の Iteration による収束を行なった。固有周期0.65秒、粘性減衰2%として El Centro 記録 NS 成分を入力した場合の結果を、Fig. 5, 6, 7 に示す。各々、入力強度に対する地震応答終了時の最大じん性率応答値、累積損傷度、全吸収エネルギーを示している。それぞれ入力強度が小さい間は、線形、Bilinear型非劣化履歴、劣化履歴モデルとも大差はないが、なが大きくなると、各モデルの間に明確

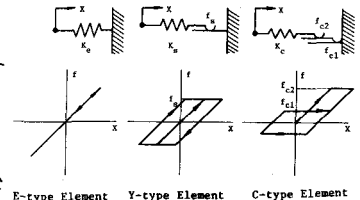


Fig. 1

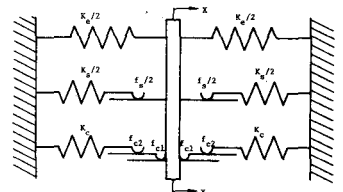


Fig. 2

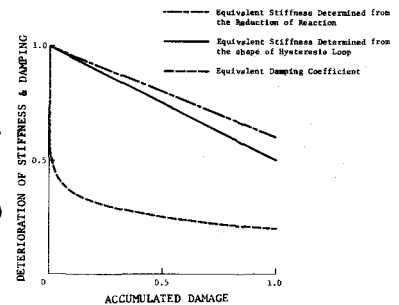


Fig. 3

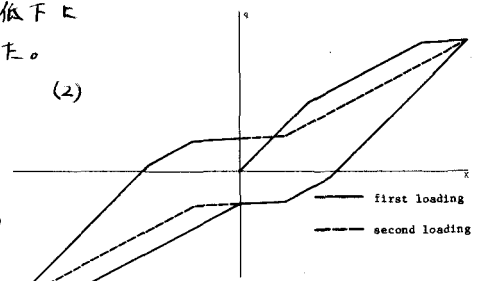


Fig. 4

な違いが生じてくる。劣化モデルは、 $\lambda = 1.0$ 付近でも大きなじん性率応答を示すものもあるが、劣化により固有周期が変化し、たまたま共振条件が満足された場合である。累積損傷度 D は、最大じん性率応答と似た傾向を示す。全吸収エネルギーは、 λ がある程度以上になると増加せず、ばらつきは大きいが一一定値の周囲に集まる。これは、全吸収エネルギーを動的破壊規範として考え得るこの可能性を示唆する。Fig. 8, 9には、線形および劣化履歴モデルの場合について、それぞれ、 D に対する全吸収エネルギー、最大じん性率応答の関係を示す。 D と最大じん性率応答は、かなり明確な相関性を示し、一方を、他方の判定の基準として用いることも可能であろう。

しかし全エネルギー吸収量は、 D がごく小さい場合を除いて、 D に相関なくある範囲の中に集まるという興味深い傾向を示している。また地震応答の継続時間中に、崩壊を示す累積損傷度 D に達しなかった場合の方が、崩壊した場合より大きなエネルギーを吸収するケースも認められる。したがって動的破壊規範としての全エネルギー吸収量を、累積損傷度から予測する方法には、若干の疑問がある。

〔参考文献〕

- 1) 後藤, 家村, 林: 土木学会第32回年次学術講演概要, 第I部.
- 2) Iwan, W.D.: Proc. of 5th W.C.E.E., Rome, Vol. II, 1974, pp.1782-1791.
- 3) Goto, Iemura: Proc. of JSCE, No. 212, APRIL, 1973, pp109-119.

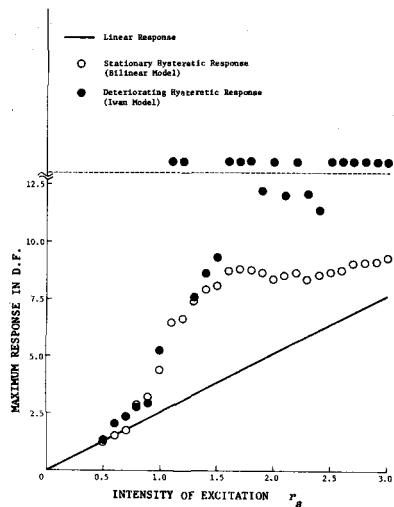


Fig. 5

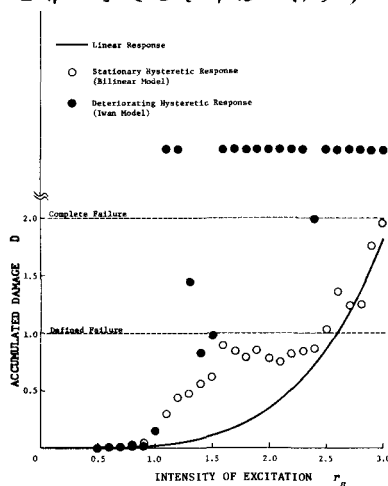


Fig. 6

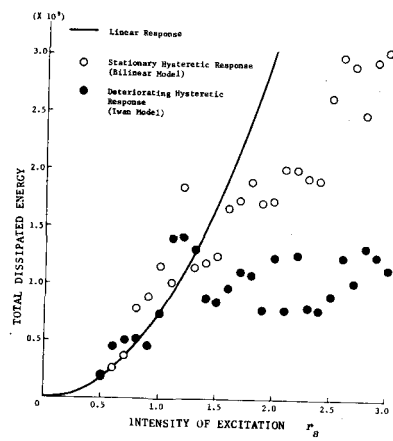


Fig. 7

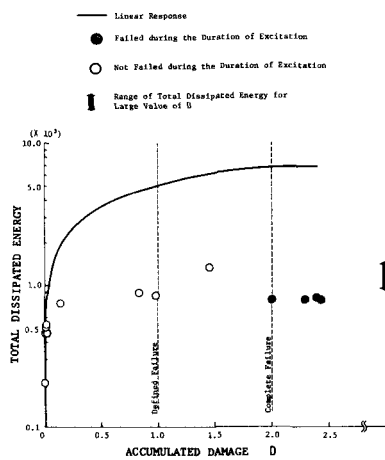


Fig. 8

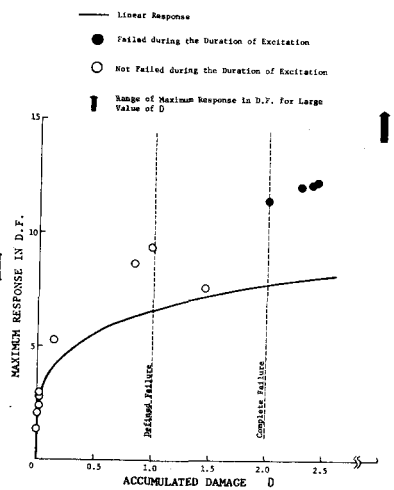


Fig. 9