

東京都立大学工学部 正会員 ○ 小泉 敏一

同 同 望月 利男

同 北川 博

1. 概要： 構造物の加力試験結果が示すカー変位の関係のべき関数型履歴系への置換法とその地震応答計算法を提案し、かつ計算過程を簡略化するためにこの系に対する原点指向型等価履歴系の手法を示すとともに幾つかの実施例を報告してきた。(2) しかし既報告は特定の系および入力に於いての適用例にとどめており、非定常入力に対する精度検討は不十分であった。本略算法について、そのやや体系的な精度検討のために、この報告では種々の弾性固有周期、 r をもつ Bi-linear型履歴系(多くの研究例があるため、他の近似計算法と精度比較ができるなどの理由から選定した)にこれを適用し、地震波(10種)の入力レベルを変化させて地震応答計算を行い、結果を本来の履歴系としての計算値(ここでは、比較上の正解値と仮定して)とと比較した。

2. モデルと諸計算条件： ここでいう等価履歴系の $F(X) = R \left\{ 2\Gamma \left(\frac{1}{2} + \alpha \right) \Gamma \left(\frac{1+\alpha}{2} \right) / \Gamma(1+\alpha) \Gamma \left(\frac{\alpha}{2} \right) \pm (1-\alpha) \right\} X^\alpha$ (1)

カー変位関係は(1)式で表わされ、べき関数型復元力モ $F(X) = \pm 2R \left\{ (X_0 \pm X) / 2 \right\}^\alpha \mp R X^\alpha$ (2)

デル(2)式から定常振動時の両者の振動特性を一致させることで誘導された。(1)式の特徴は原点指向型であることから、定常ループ内での動的履歴法則を設定する必要がないことである。また変位の折り返し点では、復元力が連続しない(図-2)。ここでは Bi-linear型がもつ振動特性と一致するように(1),(2)式の α, R を定め¹⁾(図-1~図-3)、両者の地震応答計算結果を比較することになる。計算に供したモデルは図-1から図-3に示すが、補足すれば、 T_s (弾性時固有周期): 0.2~1.4sec(7種), R_y (降伏震度): 0.3($T_s \leq 0.5$ sec), $\frac{0.075}{(T_s - 0.25)}$ ($T_s > 0.5$ sec), 減衰定数は全て 3.0%と仮定した。これに対する地震波は、ハフNS(1968), El Centro EW(1940), Taft EW(1952), 新潟EW(1964)など10種とし、それぞれ最大加速度を200~500 gal(100 gal刻み)に調節して入力した。

3. 原点指向型等価履歴系の応答誤差： 図-4から図-6に入力レベル、モデルの T_s, r の組み合わせに対する最大変位、速度、加速度応答値についての誤差の発生状況を示す。いうまでもなく、誤差は地震波の種類によりかなりの幅をもつが、ここでは個々の地震波の特性によるばらつきを平均値(絶対値)をとることで無視している。以下に結果をまとめて示す。i) 部分的な差異を除けば、誤差の程度は大体、変位>加速度>速度の順になっている。非線形領域における応答量で最も問題になるのは変位であるとの見方が多いように思われるが、そのような点から見ればこの結果は好ましいものではない。しかし $r=0.0$ という極く非線形性の強い(あるいは極く短周期)の場合を除けば、変位の誤差は10%内外を大きく超えていない。ii) 入力加速度レベルに対する誤差の発生状況は、変位、速度についてはほぼ常識的であるが、加速度応答のそれは複雑である。これは前記復元力の不連続によるものと思われる。iii) 弾性時固有周期 T_s と誤差の関係については、変位応答では T_s が極く短い場合を除けば、 T_s によらずほぼ一定である。しかし速度、加速度応答では T_s が短くなるとともに誤差が増す傾向があり、加速度応答ではかなり顕著である。iv) 等価線形化法による地震応答解析でよくみられると同様に、この略算法の結果も全般的に変位応答量を低めに評価している。また加速度応答は、復元力の不連続の結果によりむしろ大きめに評価する傾向がある。

以上は、個々の地震波の特性を無視した誤差の平均的な表現に対するまとめであり、この点なお問題点はあるが本報告の原点指向型等価履歴系は、大きな plastic flow が生じない範囲に限定すれば(通常の設計目標はこの範囲にあると思われる)、地震応答解析に適用しうるものと考ええる。

文献1)望月北川“履歴系の復元力モデルへの置換について”<その3>,<その4> 建築学会論文集, 第256号, 第257号

2)望月北川“等価履歴系復元力モデルの地震応答解析への適用性について”1977年建築学会大会梗概集,

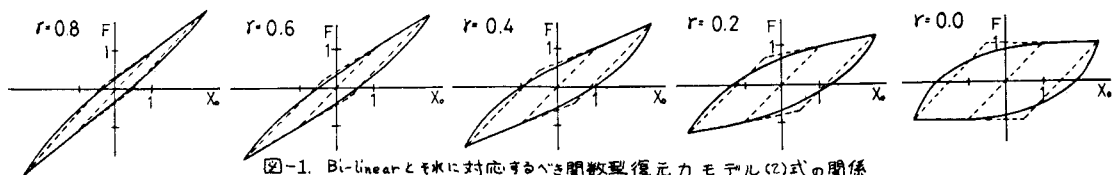


図-1. Bi-linearとそまに対応するべき間数型復元力モデル(2)式の関係

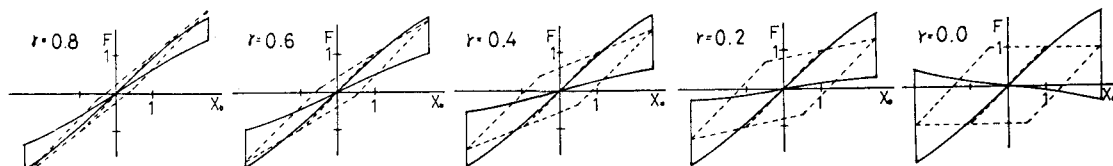


図-2. Bi-linearとそまに対応する原点指向型等価履歴系復元力モデル(1)式の関係

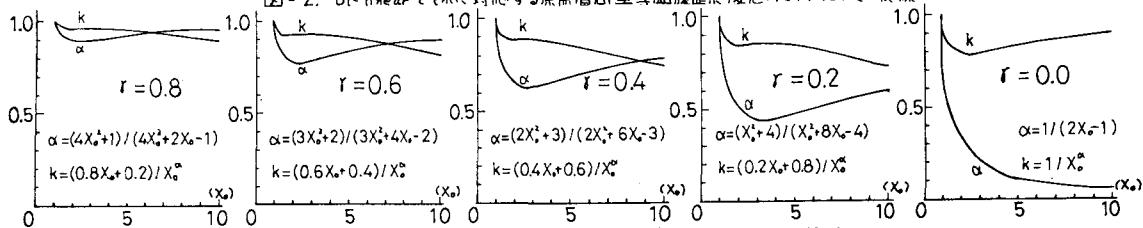


図-3. べき間数型・原点指向型復元力モデルの変位とパラメータ α, k の関係

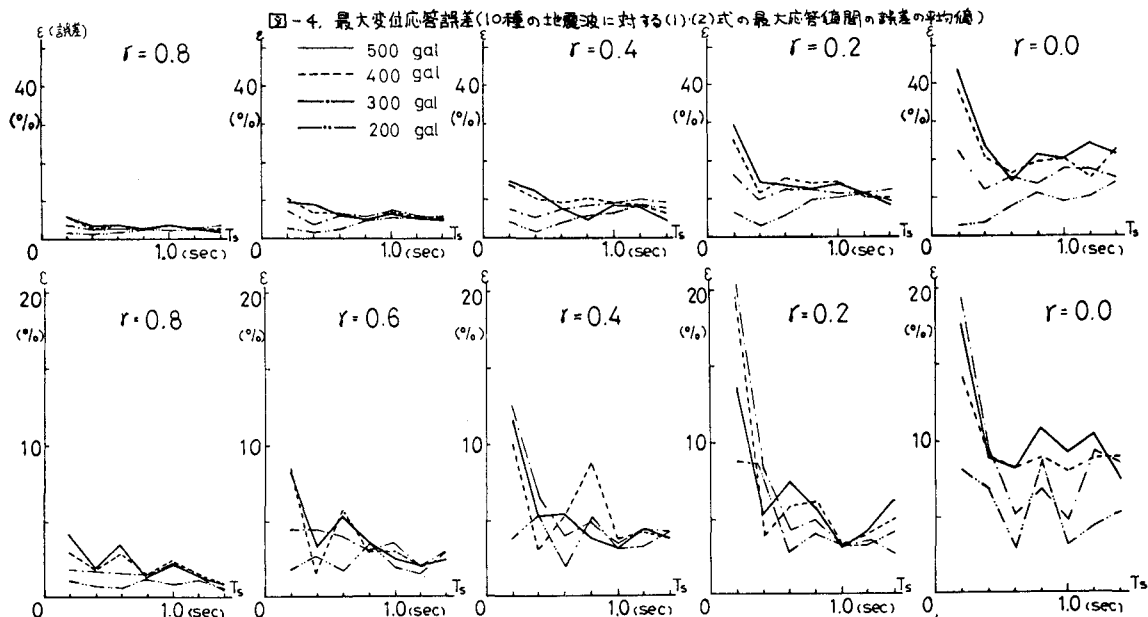


図-4. 最大変位応答誤差(10種の地震波に対する(1)・(2)式の最大応答値間の誤差の平均値)

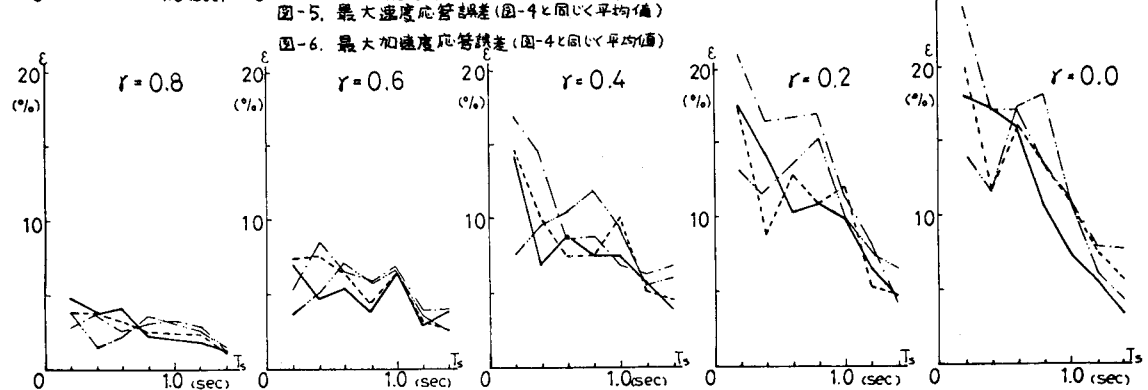


図-5. 最大速度応答誤差(図-4と同じ平均値)

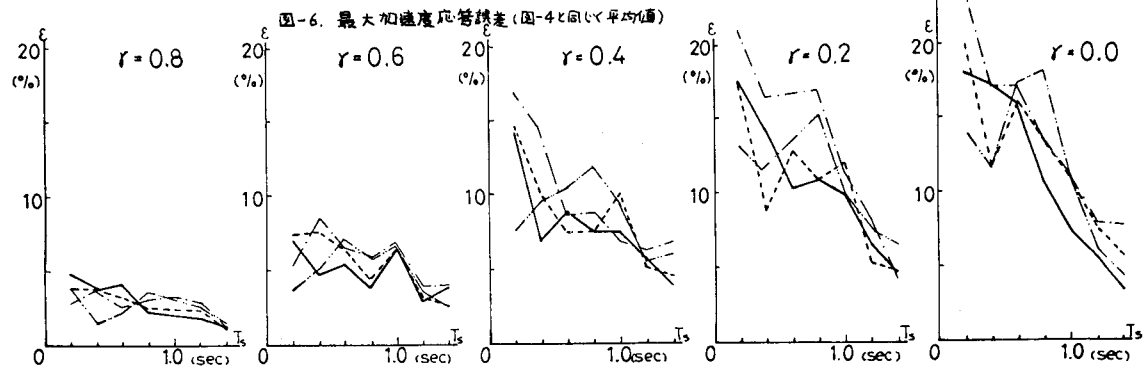


図-6. 最大加速度応答誤差(図-4と同じ平均値)