

修正ジョイント要素の静的および動的特性

山工工学部 正員 三浦房紀 学生員 ○平野勝志 九大院 学生員 篠崎晴彦

1. まえがき 筆者の一人は、Goodmanによって提案されたジョイント要素を改良したジョイント要素を用いて断層運動のシミュレーション手法を提案し、この修正ジョイント要素が合理的な断層の破壊運動を表現し得ることを示している¹⁾。本研究は、地盤と構造物の接触面に新旧両ジョイント要素を配列した場合、接触面における静的応力および動的応力、構造物の動的挙動がどの様に異なるかを調べたものである。

2. 修正ジョイント要素 ジョイント要素は面 I-J、K-L の間に仮想バネ k_s , k_n を導入し、この変形により応力を評価するものである。Goodman のジョイント要素は面の平均変位から、修正ジョイント要素は各節点对 I ~ L, J ~ K における変位から直接応力を算定する。その概念図を図-1 (a)、(b) に示す。

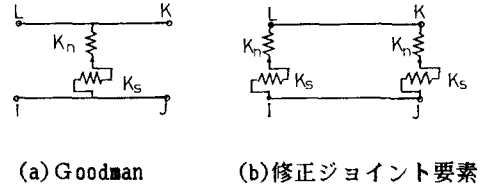


図-1 ジョイント要素の概念図

解析モデルは図-2 に示す直方体の構造物が剛な基盤上にある場合を想定した。接触面を5ジョイント要素でモデル化した。

3. 解析結果と考察 図-3 は自重(実線)、自重+水平震度0.2(破線)、自重+点Cに水平力1 ton(一点鎖線) 載荷時の接触面のせん断応力、図-4 は垂直応力である。(a) はGoodman、(b) が修正ジョイント要素に対する結果である。これらの図より、修正ジョイント要素を用いた方が、底面両側の応力が大きく求まっていることがわかる。これは、上述したように修正ジョイント要素はその点の応力を示すのに対し、Goodmanの要素は面における平均値を示すことによる。この点を除けば、両要素はほぼ同様の結果を与えている。

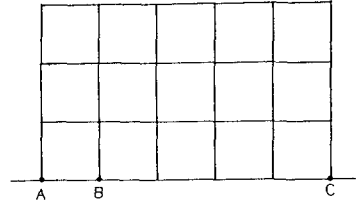


図-2 解析モデル

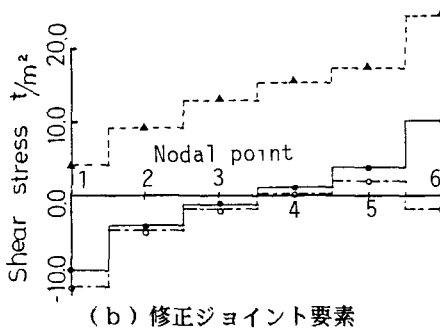
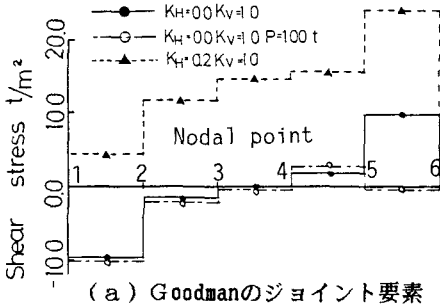


図-3 せん断応力の分布

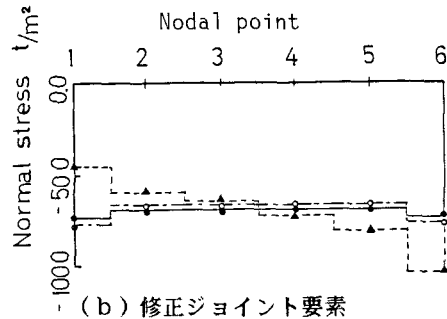
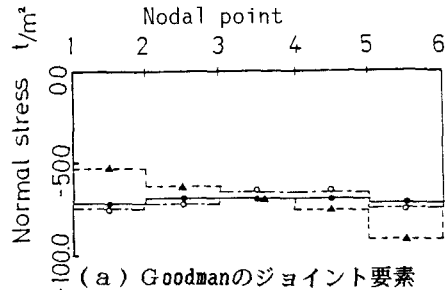


図-4 垂直応力の分布

図-5、6は、1 Hz、100 galの正弦波を入力した時の構造物底面A点における水平変位、加速度応答である。図-5はGoodmanの、図-6は修正ジョイント要素を用いた時の結果である。これより、後者の方がA点は大きな振幅で滑動しており、加速度にも高い振動数が卓越していることがわかる。

図-7、8は局所および構造物全体の滑動に対する安全率の時刻歴を示したものである。図中の破線は安全率1、すなわち、この線に接すると滑動が生じることを意味する。図-7はGoodman、図-8は修正ジョイント要素を用いた時の結果である。図-7(a)は要素A～B、図-8(a)は点Bにおける局所安全率である。修正ジョイント要素を用いたモデルにおいては点Bが滑動している間は点Aも滑動していることから、点Bが滑動している間は要素A～Bは滑動していることになる。従って、図-7、8(a)両図から要素A～Bが滑動している合計時間を求めると、前者が0.86秒、後者が1.00秒となっている。また、構造物全体が滑動している時間を求めると(図(b))、前者が0.14秒、後者が0.68秒となり、修正ジョイント要素の方が滑動しやすいという結果になっている。

○参考文献 K. Toki and F. Miura: Simulation of a fault rupture mechanism by a two-dimensional finite element method, J. Phys. Earth, 33, 485-511, 1985.

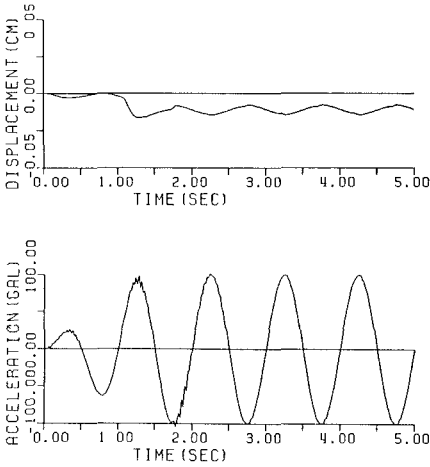


図-5 Goodmanのジョイント要素

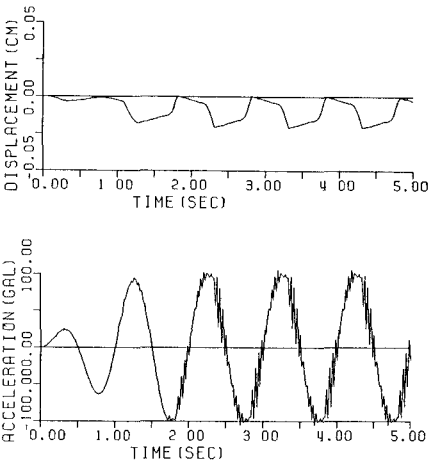
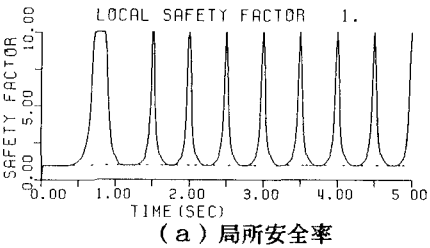
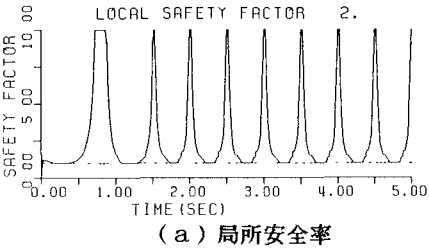


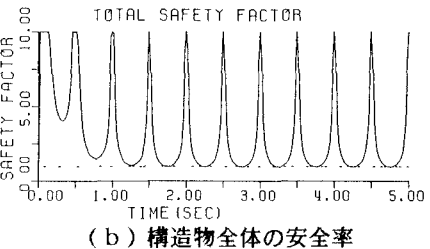
図-6 修正ジョイント要素



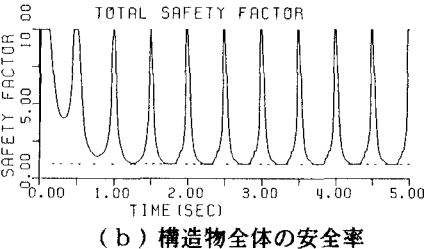
(a) 局所安全率



(a) 局所安全率



(b) 構造物全体の安全率



(b) 構造物全体の安全率

図-7 Goodmanのジョイント要素

図-8 修正ジョイント要素