

[別紙 2]

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 近澤佳隆

本論文は構造物の弾塑性解析のための粒子法の開発について記述したもので論文は5章より構成されている。

第1章は序論で、まず塑性変形や破壊など大変形を伴う構造物の大規模解析の必要性が大きいことを述べている。従来手法のうちメッシュレス法であるエレメントフリーガラーキン法 (EFGM) はバックグラウンドセルを使用する方法であり計算点以外に積分点が必要で精度のよい計算のためには積分点を多く必要とすること。SPH法は陽的な計算法しか開発されておらず構造物の静的な力の釣り合いを計算できないので、衝撃力などが関係する極短時間の現象に解析対象が限定されたり、人工粘性を導入して計算を安定化させる必要があるとしている。粒子法は計算点である粒子をラグランジュ的に動かす事で連続体の大変形を自然に表現できる手法であり非圧縮性流体に対して MPS法が開発されている。本研究の目的は MPS法の粒子間相互作用の考え方をを用い、構造物解析のための粒子法を開発することであると述べている。

第2章は薄肉構造物の粒子法の開発について述べている。2次元と3次元の薄肉構造物の計算モデルを開発し2次元矩形水槽におけるスロッシング計算を行い実験と比較し周波数応答についてよい一致を得ている。3次元スロッシングは定在波の計算を直方体と円筒水槽について行い振動周期が解析解とよく一致する事を確認している。さらに弾性円筒水槽の計算では円筒の2次の変形モードとスワールが連成してスロッシングする様子が計算できている。

第3章は弾性体のための粒子法の開発について述べている。まず厚肉弾性体の粒子計算モデル、応力モデルを開発し境界条件の検討を行っている。これにより粒子を移動しない状態で力の釣り合いを静的に計算することが可能になった。次に引き張り板、片持ち梁、内孔を有する平板の解析を行い解析解とよい一致を得ている。次に片持ち梁に衝突する水塊と波を受ける沿岸構造物を解析し流体・構造物の同時解析における本手法の有効性を示している。流体・構造物の

連成問題を扱う場合は流体と構造物の境界の変形が重要となる。このため流体と構造物の双方をメッシュを用いずに解析することが望ましい。本手法により MPS 法の流体計算と組み合わせることで流体と厚肉構造物の連成問題を容易に扱うことが可能になったとしている。

第 4 章は塑性体のための粒子法の開発について述べている。降伏条件モデル、弾塑性モデル、粘塑性モデルを開発し、内圧を受ける円管の弾塑性解析と引き張り棒の弾粘塑性を計算し解析解とよい一致を得ている。大変形する粘塑性変形解析への本手法の有効性を示すため剪弾力を受ける凸凹部のある柱の解析を行い、応力集中のある凹部が降伏して大きく粘塑性変形していく様子を計算している。応用として平板のクリープ破壊について、亀裂の進展や大変形し破壊に至る様子を計算で示すとともに変位についても実験とよい一致を得ている。

第 5 章は結論で従来のメッシュを用いる計算では困難であった大変形する構造物の解析が本研究により可能になり、流体・構造物連成問題も粒子法で統一して解析する事が可能になった事を述べている。粒子法は計算粒子の配置を容易に行えるので有限要素法に比べてメッシュ生成の労力が大幅に低減する利点もあるとしている。今後の応用として大変形をとともう塑性加工の問題や破壊を伴う流体・構造物相互作用の問題などメッシュを用いた手法では解析が困難な問題への適用が期待されるとしている。

以上を要するに本論文は構造物の弾塑性解析のための粒子法を初めて開発している。この成果はシステム量子工学とくに原子力構造力学に進展をもたらすのみならず工学諸分野の流体・構造物連成問題の研究や構造力学の発展に寄与するところが少なくない。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。