10 耐津波工学関連の解析コード

10.1 津波の発生解析

地震動及に関する諸条件より、適切な断層モデルあるいはアスペリティを考慮したユニット断層の組み合わせにより、波源域での初期津波波形（水位）を求めるツール。さらに、山体崩壊や海底地すべりについても記述する。

10.1.1 地震による津波の発生

(1) 海底地殻変動解析

Mansinha and Smylie(1971)及び Okada(1985)の方法

不均質地下構造による計算事例(GMS 等の3次元解析事例)を引用する。

10.1.2 山体崩壊、海底地すべりによる津波の発生

(1) Kinematic model : (Satake)

(2) 二層流モデル : (今村他)

(3) その他(Watts)

10.2 津波の伝播解析

10.2.1 外海における津波の解析 : C4, C5, C7, C12

初期津波波形より、非線形長波モデルにより沿岸の津波水位を計算するツール。このとき地形データのネスティングについても説明を加える。非線形分散波による計算事例も引用する。

(1) 長波理論に基づく数値解析

10.2.2 沿岸における津波の解析 : C1, C3, C5, C6, C8, C9, C10, C11, C13

さらに、陸上部に遡上した津波の氾濫計算を行う（2次元非線形波による計算または3次元波浪変形モデルの導入（VOF法について主に解析））。

(1) 平面2次元数値解析モデル

(2) 3次元数値解析モデル

10.3 耐津波の構造解析

①沿岸における進行津波波形より沿岸構造物に作用する津波波力を計算し、構造物がせん断変形しないものとして、安定性を評価する。（防波堤：修正谷本式，防潮堤+陸上建築物：朝倉式）

ただし、できれば模型実験による計算法の妥当性を検証すること。

②構造物と水塊を同時に格子状の計算領域として、構造物の変形をモデル化する：粒子法等の可能性に言及（地盤の変形については、今後の検討課題も含む）

10.3.1 流体による構造物への作用(安定性) : 谷本, 朝倉, Asakura, 藤間, 有光, 榊山, 他

10.3.2 流体と構造物の相互作用(構造物変形含む) : C5

10.4 津波の侵入経路解析 : 伊藤, 中部電力

管路及び開水路を考慮した解析, また MARS 法等の気液混合層の3次元モデル解析により, 導

水管などから侵入する津波の特性を求める。陸上構造物周辺の侵入過程についても検討する。

10.5 津波による侵食と洗掘過程の解明 : C2, C14

最新の計算法によって防波堤などの構造物周辺の侵食や洗掘の挙動を解析するモデルの紹介。ただし、原子力敷地内では、できるだけ洗掘を許容しないような設計をする。

10.6 津波波源のインバージョン解析 : 佐竹, 高川, 対馬, 小池, 安田

発生した津波波源を同定するために実施される解析モデルの紹介。ここでは主に海域での水位記録に基づく津波波源のインバージョンモデルについて記述する。

10.7 計算例

代表的なコードを用いた原子力敷地内での津波挙動の計算例(防潮堤を越流したことを仮定)。

10.1.1 地震による津波の発生

地震による津波を発生させる直接の原因は地震時の海底の隆起や沈降であり、これを評価するために地殻変動解析モデルが必要となる。地震は地盤内に蓄積した歪エネルギーが開放される時に起こる断層運動により発生する地震波によって、地表面が揺れる現象である。この断層運動は地盤内のある破壊面を境に発生する“ずれ”を意味する。この破壊面は通常矩形で表現され、それらは断層パラメーターで記述される。大きな地震になるほど、その破壊面は複雑で、複数の断層で表現され、たとえば北海道南西沖地震の断層域では6枚の断層によりモデル化されている。

断層モデルは、断層長さ L 、断層幅 W 、走向 θ 、傾斜角 δ 、すべり量 D 、すべり角 λ 、断層面上縁深さ d 、これら7つのパラメーターで記述される(図1)。これらのパラメーターを基に海底地盤変動を解析して、海底面の変位分布が算出される。一般的には、地盤が均質な弾性体と仮定した理論解による方法が用いられる(Mansinha and Smylie(1971), Okada(1985))。海底地盤の変動計算例を図2に、その時の断層パラメーターを表1に示す。この断層モデルは、2004年スマトラ地震に関して、発生直後に設定したモデルである。ハーバード大学による地震の速報解析結果と余震分布を基に、2枚の断層モデルを設定した。断層モデルに対応した南北約1000kmの範囲で海底地盤が変動し、西側が隆起、東側が沈降となった。隆起域における鉛直変位の最大値は約1.8mである。