

改訂前

資料 2.2 各種沖波推定法の特徴と比較

(略)

表 2-2-1 有義波法
(略)

表 2-2-2 スペクトル法

計算手段		対象波	水深	風速の変動	波浪推算手法の名称	波浪推算手法の概要
図式計算法		うねり	深海域	風域の変動なし	PNJ法	風域内の風速、吹走時間、吹走距離によって風波のスペクトル（ノイマンスペクトル）が規定されることをもとにして、波浪スペクトル予知曲線によって波高、周期を予報する。
数値計算法	大型計算機による	風浪及びうねり		変動性風域	井上モデル	Hasselmannのエネルギー平衡方程式を基本として、風からのエネルギーの輸送と、破波及び逆風による減衰を考慮して、周波数別方向別の144個の成分波の発生、発達、減衰を計算する。
					MRIモデル	エネルギー平衡方程式を基本式として、成分波の発生、発達、減衰を計算する考え方は、井上モデルと同様であるが、以下の点で相違している。 ①周波数別方向別の成分波の数が細かい。(352個) ②海水の内部摩擦によるエネルギー消散の効果を考慮している。 ③逆風による減衰がMRIモデルの方が弱い。 ④波のエネルギーの伝播の方式が滑らかである。
					山口・土屋モデル	エネルギー平衡方程式を基本式として成分波の発生、発達、減衰を計算する考え方は、井上モデルと同様であるが、以下の点で相違している。 ①周波数別方向別の成分波の数が細かい。(360個) ②周波数成分波間の非線形干渉によるエネルギーの移流を考慮。 ③周波数スペクトル、方向スペクトルの形を実測値から求めた。 ④波のエネルギーの伝播の方式が滑らかである。
					山口モデル	エネルギー平衡方程式を基本式として、深海域のエネルギー流出流入項に加えて、更に①海底面の摩擦、②海底砂地の浸透効果を考慮したものである。
	パソコン	深海域			一点法（山口の方法）	山口モデルを基本にして、計算時間を減らすため波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。
一点法（後藤の方法）			MRIモデルを基本にして、計算時間を減らすため波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。			

改訂後

資料 2.2 各種沖波推定法の特徴と比較

表 2-2-1 有義波法
(略)

表 2-2-2 スペクトル法（第 1 世代モデル）

計算手段	対 象 波 浪	水 深	風 域 の 変 動	波浪推算手法 の 名 称	波 浪 推 算 手 法 の 概 要
図 式 計算法	うねり		風域の変動なし	PNJ 法	風域内の風速、吹走時間、吹走距離によって風波のスペクトル(ノイマンスペクトル)が規定されることをもとにして、波浪スペクトル予知曲線によって波高、周期を予報する。
数 値 計 算 法	風 浪 及 び う ね り	深海域	変 動 性 風 域	井上モデル	Hasselmann のエネルギー平衡方程式を基本として、風からのエネルギーの輸送と、破波及び逆風による減衰を考慮して、周波数別方向別の 144 個の成分波の発生、発達、減衰を計算する。
				MRI モデル	エネルギー平衡方式を基本式として、成分波の発生、発達、減衰を計算する考え方は、井上モデルと同様であるが、以下の点で相違している。 ①周波数別方向別の成分波の数が細かい。(352 個) ②海水の内部摩擦によるエネルギー消散の効果を考慮している。 ③逆風による減衰が MRI モデルの方が弱い。 ④波のエネルギーの伝搬の方式が滑らかである。
				山口・土屋 モ デ ル	エネルギー平衡方式を基本式として、成分波の発生、発達、減衰を計算する考え方は、井上モデルと同様であるが、以下の点で相違している。 ①周波数別方向別の成分波の数が細かい。(360 個) ②周波数成分波間の非線形干渉によるエネルギーの移流を考慮。 ③周波数スペクトル、方向スペクトルの形を実測値から求めた。 ④波のエネルギーの伝搬の方式が滑らかである。
		浅海域		山口モデル	エネルギー平衡方程式を基本式として、深海域のエネルギー流出流入項に加えて、更に①海底面の摩擦、②海底砂地の浸透効果を考慮したものである。
		深海域		一 点 法 (山口の方法)	山口モデルを基本にして、計算時間を減らすため波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。
				一 点 法 (後藤の方法)	MRI モデルを基本にして、計算時間を減らすため波浪推算地点到達する各方面成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。

改訂前

表 2-2-3 パラメータ法

計算手段		対象波浪	水深	風域の変動	波浪推算手法の名称	波浪推算手法の概要
数値計算法	大型計算機による	風浪及びうねり*	深海域	変動性風域	TOHOKU II モデル	鳥羽による波エネルギーに関する単一パラメーター発達方程式及び2/3乗則を基本方程式として、風の流入による波エネルギー（パラメーター）の変化を計算するものである。一方、うねりの発達・減衰についてはスペクトル法と同様の扱いをしている。
					MRI II モデル	エネルギー平衡方程式を基本とした MRI モデルについて、次の点に改良を加えている。 ①風波のエネルギースペクトルを鳥羽の法則にしたがって、エネルギーピーク周波数をパラメーターとして表現する。 ②碎破によるエネルギー消散の計算項について、観測データから求めた破砕確率を考慮している。
					DOLPHIN II モデル（一点法）	エネルギー平衡方程式を基本式にして、風波の発達については方向別エネルギー（パラメーター）が理想発達条件のもとに発達するとし、うねりの伝播・減衰については、スペクトル法と同様の扱いをすることによって、波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。
	一点法（後藤の方法）				エネルギー平衡方程式の発達項に Wilson 式から換算した式を用い、うねりの計算に Bretschneider 式を用いて、波のエネルギー及び群速度をパラメーターとして、波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。	
	パソコン					

* パラメータ法は発達段階における風波のスペクトル構造の相似性をもとにしているため、本来うねりは扱えないが、これらのモデルでは、うねりをスペクトル法で算定することによって補っている。

改訂後

表 2-2-3 スペクトル法（第 2 世代モデル）

計算手段	対 象 波 浪	水 深	風域の 変 動	波浪推算手法 の 名 称	波 浪 推 算 手 法 の 概 要
数 値 計 算 法	風 浪 及 び う ね り *	深海域	変動性 風 域	TOHOKU II モ デ ル	鳥羽による波エネルギーに関する単一パラメーター発達方程式及び 2/3 乗則を基本方程式として、風の流入による波エネルギー（パラメーター）の変化を計算するものである。一方、うねりの発達・減衰についてはスペクトル法と同様の扱いをしている。
				MRI II モ デ ル	エネルギー平衡方程式を基本とした MRI モデルについて、次の点に改良を加えている。 ①風波のエネルギースペクトルを鳥羽の法則にしたがって、エネルギーピーク周波数をパラメーターとして表現する。 ②砕波によるエネルギー消散の計算項について観測データから求めた砕波確率を考慮している。”
				DOLPHIN II モ デ ル (一 点 法)	エネルギー平衡方式を基本式にして、風波の発達については方向別エネルギー（パラメーター）が理想発達条件のもとに発達するとし、うねりの伝播・減衰については、スペクトル法と同様な扱いをすることによって、波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。
				一 点 法 (後藤の方法)	エネルギー平衡方程式の発達項に Wilson 式から換算した式を用い、うねりの計算に Bretschneider 式を用いて、波のエネルギー及び群速度をパラメーターとして、波浪推算地点に到達する各方向成分の経路上で、波の発達、減衰を計算する。

* **スペクトル法（第2世代モデル）**は発達段階におけるスペクトル構造の相似性をもとにしているため、本来うねりは取り扱えないが、これらモデルでは、うねりをスペクトル法で算定することによって補っている。

改訂前	改訂後																					
(新設)	表 2-2-4 <u>スペクトル法（第3世代モデル）</u>																					
	<table><tr><th>計算手段</th><th>対 象 波 浪</th><th>水 深</th><th>風域の 変 動</th><th>波浪推算手法 の 名 称</th><th>波 浪 推 算 手 法 の 概 要</th></tr><tr><td rowspan="4">数 値 計 算 法</td><td rowspan="4">風 浪 及 び う ね り</td><td>深海域</td><td rowspan="4">変 動 性 風 域</td><td>WAM モ デ ル</td><td>エネルギー平衡方程式を基礎方程式として、波の発生・発達・伝播および減衰に伴う波浪エネルギー（スペクトル）の変動を以下のようにして数值的に求める。 ①WAM モデルの Cycle4 では、風から波へのエネルギー輸送の計算式に、Janssen の quasi-linear 理論を導入し、より現実に近い定式化に改良されている。 ②エネルギー消散項では、白波砕波と底面摩擦の効果が考慮されている。 ③非線形相互作用によるエネルギー輸送は、4波共鳴の非線形相互作用を考慮している。ただし、4波共鳴の組み合わせは無数に存在することから、離散相互作用近似により、たった1組の組み合わせで代表させている。</td></tr><tr><td></td><td>MRI III モ デ ル</td><td>我が国（気象庁）で開発された波浪推算モデルであり、WAMと同様に、非線形相互作用によるエネルギー輸送項が直接的に表現されたモデルである。WAMと比較して漁港・港湾に対する実務実績はほとんどない。</td></tr><tr><td>浅海域</td><td>SWAN モ デ ル</td><td>WAMをもとに地形性砕波やウェーブセットアップを考慮できるよう拡張したモデルであり、主に浅海域を対象にした波浪推算に用いられることが多い。ただし、深海域（外洋）を対象にした計算も可能である。</td></tr><tr><td>深海域</td><td>WAVEWATCH III モ デ ル</td><td>WAM の性能拡張版として開発されており、WAMに比較して、うねり性波浪を含む異常波浪ケースのピーク時付近や周期の全期間について再現性が優れている。周期の精度が高いことから、うねり性波浪が存在する深海域（外洋）を対象にした計算に使用されることが多いが、浅海域を対象にした計算も可能である。</td></tr></table>	計算手段	対 象 波 浪	水 深	風域の 変 動	波浪推算手法 の 名 称	波 浪 推 算 手 法 の 概 要	数 値 計 算 法	風 浪 及 び う ね り	深海域	変 動 性 風 域	WAM モ デ ル	エネルギー平衡方程式を基礎方程式として、波の発生・発達・伝播および減衰に伴う波浪エネルギー（スペクトル）の変動を以下のようにして数值的に求める。 ①WAM モデルの Cycle4 では、風から波へのエネルギー輸送の計算式に、Janssen の quasi-linear 理論を導入し、より現実に近い定式化に改良されている。 ②エネルギー消散項では、白波砕波と底面摩擦の効果が考慮されている。 ③非線形相互作用によるエネルギー輸送は、4波共鳴の非線形相互作用を考慮している。ただし、4波共鳴の組み合わせは無数に存在することから、離散相互作用近似により、たった1組の組み合わせで代表させている。		MRI III モ デ ル	我が国（気象庁）で開発された波浪推算モデルであり、WAMと同様に、非線形相互作用によるエネルギー輸送項が直接的に表現されたモデルである。WAMと比較して漁港・港湾に対する実務実績はほとんどない。	浅海域	SWAN モ デ ル	WAMをもとに地形性砕波やウェーブセットアップを考慮できるよう拡張したモデルであり、主に浅海域を対象にした波浪推算に用いられることが多い。ただし、深海域（外洋）を対象にした計算も可能である。	深海域	WAVEWATCH III モ デ ル	WAM の性能拡張版として開発されており、WAMに比較して、うねり性波浪を含む異常波浪ケースのピーク時付近や周期の全期間について再現性が優れている。周期の精度が高いことから、うねり性波浪が存在する深海域（外洋）を対象にした計算に使用されることが多いが、浅海域を対象にした計算も可能である。
計算手段	対 象 波 浪	水 深	風域の 変 動	波浪推算手法 の 名 称	波 浪 推 算 手 法 の 概 要																	
数 値 計 算 法	風 浪 及 び う ね り	深海域	変 動 性 風 域	WAM モ デ ル	エネルギー平衡方程式を基礎方程式として、波の発生・発達・伝播および減衰に伴う波浪エネルギー（スペクトル）の変動を以下のようにして数值的に求める。 ①WAM モデルの Cycle4 では、風から波へのエネルギー輸送の計算式に、Janssen の quasi-linear 理論を導入し、より現実に近い定式化に改良されている。 ②エネルギー消散項では、白波砕波と底面摩擦の効果が考慮されている。 ③非線形相互作用によるエネルギー輸送は、4波共鳴の非線形相互作用を考慮している。ただし、4波共鳴の組み合わせは無数に存在することから、離散相互作用近似により、たった1組の組み合わせで代表させている。																	
				MRI III モ デ ル	我が国（気象庁）で開発された波浪推算モデルであり、WAMと同様に、非線形相互作用によるエネルギー輸送項が直接的に表現されたモデルである。WAMと比較して漁港・港湾に対する実務実績はほとんどない。																	
		浅海域		SWAN モ デ ル	WAMをもとに地形性砕波やウェーブセットアップを考慮できるよう拡張したモデルであり、主に浅海域を対象にした波浪推算に用いられることが多い。ただし、深海域（外洋）を対象にした計算も可能である。																	
		深海域		WAVEWATCH III モ デ ル	WAM の性能拡張版として開発されており、WAMに比較して、うねり性波浪を含む異常波浪ケースのピーク時付近や周期の全期間について再現性が優れている。周期の精度が高いことから、うねり性波浪が存在する深海域（外洋）を対象にした計算に使用されることが多いが、浅海域を対象にした計算も可能である。																	
表 2-2-4 有義波法とスペクトル法の長所・短所の比較表 (略)	<u>表 2-2-5</u> 有義波法とスペクトル法の長所・短所の比較表 (略)																					