

広島技調じゃけん！通信

第6号

- Contents -

◆連載【第4回】

・部分係数法と安全率法(その2)

◆業務成果

- ・局地気象モデルを導入した台風時の海上風・高潮・波浪の推算(その3)
- ・波力の概要
- ・海面清掃船「おんど2000」専用の簡易型油回収装置の開発

- お知らせ -



土質データベースが広島技調のホームページから閲覧できるようになりました。

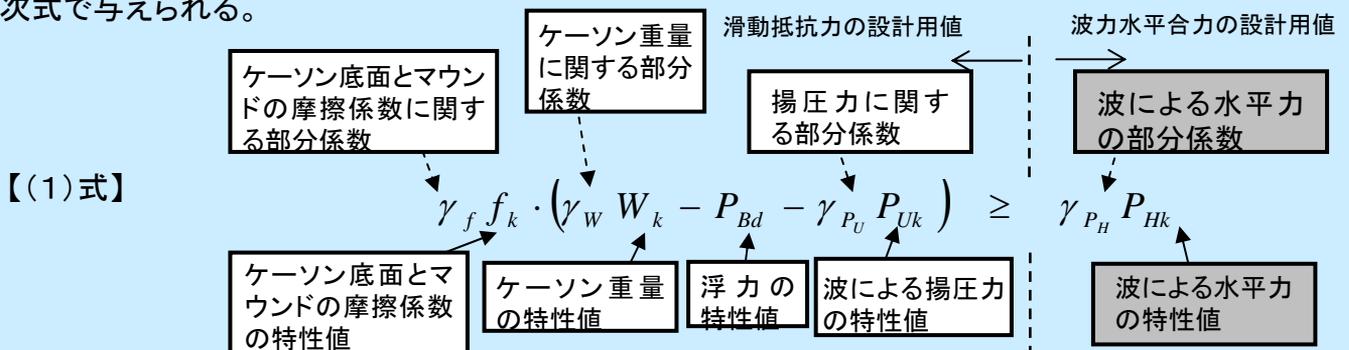
是非、ご利用下さい！！

- 連載 -

【第4回】 部分係数法と安全率法 (その2)

広島大学大学院 工学研究科 土田 孝 教授

今回は最近港湾施設の技術上の基準に導入された部分係数法について述べた。前回は最近港湾施設の技術上の基準に導入された部分係数法について述べた。前回は最近港湾施設の技術上の基準に導入された部分係数法について述べた。前回は最近港湾施設の技術上の基準に導入された部分係数法について述べた。前回は最近港湾施設の技術上の基準に導入された部分係数法について述べた。



f_k, W_k, P_{Uk}, P_{Hk} はそれぞれケーソンとマウンドの摩擦係数、ケーソン重量、揚圧力、波圧水平合力の「特性値」である。特性値というのはそれぞれのパラメータの代表的評価値であり、これまでの安全率法で「設計値」と呼んでいたものである。

これらの設計値にそれぞれ部分係数 γ を乗じて滑動抵抗力の「設計用値」、水平波力合力の「設計用値」を算定し、滑動抵抗力の設計用値が波力合力の設計用値より大きくなることで安定性を確保するのである。従来の安全率法では次式のようにになっていた。これらの設計値にそれぞれ部分係数 γ を乗じて滑動抵抗力の「設計用値」、水平波力合力の「設計用値」を算定し、滑動抵抗力の設計用値が波力合力の設計用値より大きくなることで安定性を確保するのである。従来の安全率法では次式のようにになっていた。すなわち、摩擦係数 f 、ケーソン重量 W 、揚圧力 P_U 、水平波力 P_H を設計値として与え、設計値や設計手法が有する不確実性を安全率 F としてまとめて考慮していたのである。

【(2)式】

$$f \cdot (W - P_B - P_U) \geq F \cdot P_H$$

前回のコラムでは、不確実性を安全率としてまとめて処理することによる問題点、特に F の値に関して新たな構造物や設計手法において妥当性の検証が難しいことを述べ、部分係数法の利点と必要性を説明した。今回は部分係数法の短所について述べてみたい。

土木構造物の設計基準に部分係数法が導入されることの短所として、「設計がわかりにくくなる」ことがあげられる。(1)式と(2)式を比べるだけでも、それぞれの特性値について部分係数 γ が含まれており、一見して複雑化しているが、より重要なのは力学的なメカニズムを直感的に理解しにくくなっている点である。すなわち、ここではケーソンの浮力を除いた自重による摩擦抵抗と波浪に作用する水平力との比較することが安定性評価の基本となっている。(2)式の安全率法では、基本に忠実に式を立てて最後に安全率という一つのパラメータで不確実性を考慮していたわけであるが部分係数法ではひとつひとつのパラメータに係数を乗じるため、どうしても個々の係数に注意を奪われ、基本的な関係がわかりにくくなる傾向があるのである。

このことは学生に設計手法を教えるときに痛感する。設計を学ぶ場合は、個々のパラメータの不確実性については後回しにして、まずは基本的な考え方をしっかり理解することが必要なのである。防波堤の例では、滑動破壊、転倒破壊、支持力不足、底部破壊のそれぞれの破壊形態のメカニズムとそれぞれについての安定性評価方法を理解し(第一段階)、その後、個々のパラメータ、設計手法の不確実性を考慮して設計する方法を学ぶ(第二段階)、という手順が必要になり、第一段階を学ぶときには個々のパラメータの不確実性はないものとしておかないとどうにも煩雑である。したがって、設計法を学ぶときにはいきなり(1)式に行くのではなく、まず(2)式をよく理解してから(1)式に進むという段階を踏む必要がある。実際、広島大学においても構造物の設計演習では、まず(2)式の安全率法で設計させ、そのあとに(1)式の部分係数法による設計方を説明することにしている。

最初から(1)式で設計しようとするのは始めて学ぶ場合にはかなり抵抗があるというのが実感である。

考えてみると、安全率法は、上記の第一段階で議論していった最後に安全率を定義し、第二段階は「安全率を満足するように設計する」という方法でそれほど負担にならなかった。しかし、部分係数法では、第二段階でそれぞれのパラメータについてどのように部分係数を設定するか、が設計全体の中でかなりの比重を占め、導入によって単なる「慣れ」の問題以上に、土木構造物全体の設計が理解しにくくなっていることは間違いないと思われる。

注意しなければならないのは、「設計が理解しにくくなる」ことは決して設計を担当する人だけの問題ではない、ということである。公共事業である土木事業では、最小のコストで必要な性能を有する構造物を建設することが求められる。土木構造物はその機能や自然条件(土質、波浪、地震など)がひとつひとつ異なるので、それぞれについて比較設計を行って検討し断面や工法を決定することが重要になる。すなわち、事業を実施する発注者側の技術者と設計担当者が、構造物の機能、コスト、工期、周辺への影響などさまざまな観点から話し合い、合意を形成するプロセスを経て構造物の設計が決定されていくのである。このように土木構造物の設計が、設計者だけでなく関係する技術者の合意を経て決定されるものであることを考えると、「わかりやすさ」は設計における重要な要件の一つであり、設計方法を複雑化させることのマイナス面にも十分注意する必要がある。危惧されるのは、今回の設計法の改訂によって土木構造物の設計が「ごく一部の専門家だけがわかるもの」になってしまい、比較設計案を複数の技術者が様々な観点から議論して最適案を見つけるというプロセスが十分に機能しなくなることである。

この問題に対処するにはどうしたらよいだろうか。まず、新しい設計法導入の背景にある考え方と新たに取り入れられた用語(たとえば「特性値」、「構造物係数」、「荷重係数」、「設計用値」など)については、土木事業に関わる幅広い技術者がよく理解しておく必要がある。設計者と協議をする上で、これらの知識は不可欠である。さらに事業実施主体の技術者として、一般市民に構造物の性能を説明する場合を考えても設計法の背景にある考え方の理解がどうしても必要になるであろう。次に、一見複雑になっている式(たとえば(1)式)に振り回されず、設計における基本的な考え方を理解する努力が期待される。また、具体的に設計を実施する側も、一般の技術者によりわかりやすい設計計算書のまとめ方を工夫することが今後求められるかもしれない。

最後に、国土交通省など公共事業を実施する側の技術者の皆さんには、担当した構造物の設計により関心をもち、担当者の設計案に対してさまざまな観点から意見を述べて、よりよい構造物の設計に参加していくことを期待して、本稿のまとめとします。

- 局地気象モデルを導入した台風時の海上風・高潮・波浪の推算(その3) -

【調査課】

前号の概略: 局地気象モデルで得られた風場は、従来モデルに比べ、現実にも即した風場を得ることができた。また、この局地気象モデルの推算値を用いて、高潮推算を行った結果、高潮推算モデルを改良しなくても再現性の向上が図られた。

1. 波浪推算

外洋の波浪推算の実務では、既に第三世代波浪推算モデルの一つであるWAMが広く使われています。

表-1 波浪推算の計算条件一覧

	広領域	中領域	瀬戸内海領域	広島湾領域
計算範囲	N 20~40 E 125~145	N 30~36 E 130~140	N 33~34.8 E 130.8~135	N 33.9~34.4 E 132.1~132.7
格子数	41×41	61×37	251×111	73×61
格子間隔	30分(約50km)	10分(約16km)	1分(約1.6km)	30秒(約0.8km)
計算時間間隔	10分	10分	1分	30秒
入力海上風範囲	RANAL N 20~50 E120~150	MM5(広領域) N 30~36.16679 E130~140.16689	MM5(小領域) N33~34.85 E130.8~134.983417	MM5(小領域) N33~34.85 E130.8~135
dx*dy	0.25*0.2	0.16667*0.16667	0.016667*0.016667	0.016667*0.016667
海上風格子数	121×151	61*37	251*111	251*111
周波数分割数	35成分			42成分 35成分
周期成分	f(1) × 1.10 ⁽ⁱ⁻¹⁾ (f(1) = 0.04177248)			
方向分割数	約24秒~0.9秒			約24秒~0.4秒
	16成分			36成分

表2 各方法で用いた理論の組み合わせ

方法		理論	
		風から波へのエネルギー輸送項	エネルギー消散項 (白波砕波)
①	Janssen (WAMCycle-4)	Janssen (1989, 1991)	Janssen (1992)
②	Wu	①の方法を用いるが、 U_{10} から U_* への変換に Wu の関係式を利用する場合	Janssen (1992)
③	Komen (WAMCycle-3)	Komen et al. (1984)	Komen et al. (1984)
④	Honda&Mitsuyasu	本田・光易(1982)とHsiao, Shemdin(1983)	鈴木・磯崎(1994)

しかし、このモデルは空間的に穏やかな気象である温帯低気圧による外洋波浪の推算を想定したものであるため、瀬戸内海のような狭い海域で台風により急激に風場が変化し波浪が発達する条件に適用するためには改良が必要となります。

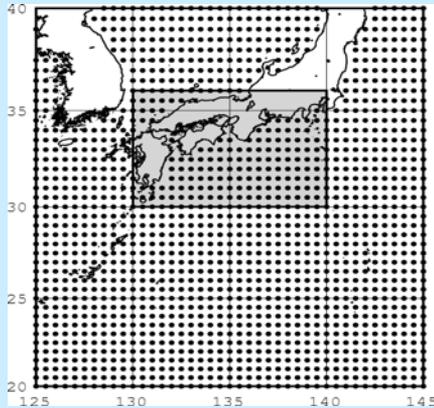


図-1(1)広領域
30分メッシュ、61×41

そのため、波浪推算モデルの改良を行い、観測値と推算値の比較検討を行いました。計算条件は、風の入力データは広領域では気象庁GPVの海上風、中領域ではMM5広領域の海上風、瀬戸内海領域、広島湾領域についてMM5の小領域の海上風計算結果を用いました。計算条件一覧を表-1、計算領域を図-1(1)~(4)に示します。第三代波浪推算モデルはエネルギーソース項(風から波へのエネルギー入力項、砕波減衰、海底摩擦等)の違いによって波浪推算結果が異なるため、表-2に示す各方法を用いた理論の組み合わせでエネルギーソース項の設定を変更し、その推算特性を比較しました。

推算結果については次号以降に報告致します。

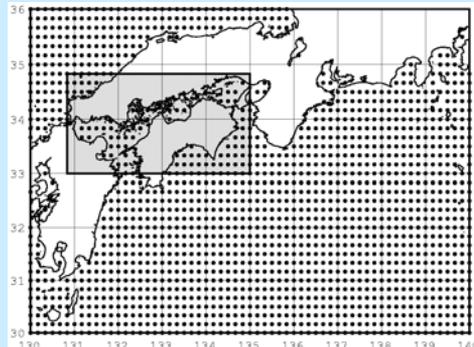


図-1(2)中領域
10分メッシュ、61×37

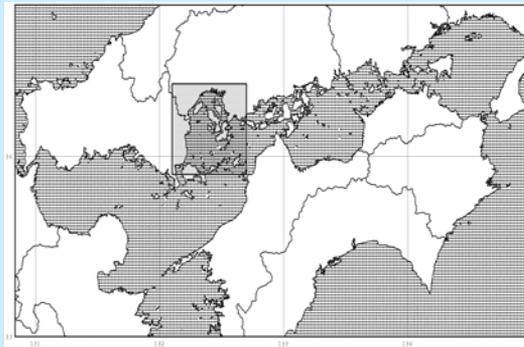


図-1(3)瀬戸内海領域
1分メッシュ、251×111

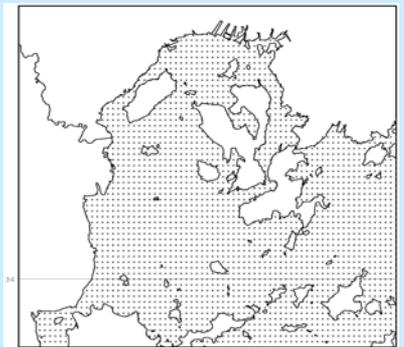


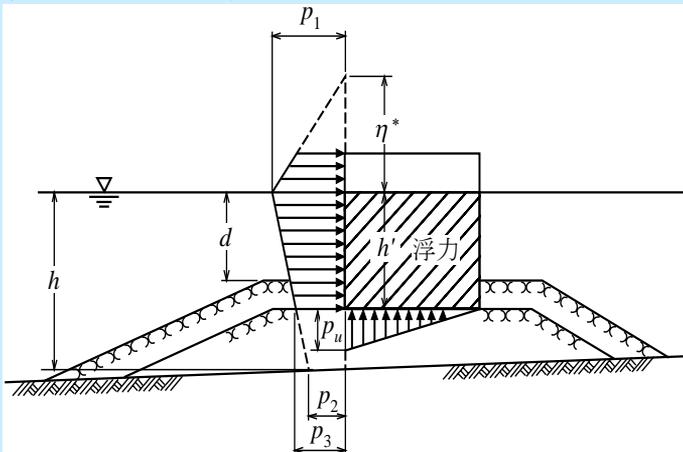
図-1(4)広島湾領域
0.5分メッシュ、73×61

－ 波力の概要 －

【設計課】

港湾の施設の設計のうち、特に防波堤や護岸といった構造物では、海の波によって作用する力(=波力)が設計をするうえで重要なポイントになってきます。ここでは、波力の概要について説明します。

設計で主に対象とする波は、海上に吹く風によって発生・発達し、海を伝わって進行します。この波が港の中に入ってゆくのを防ぐために防波堤が作られますが、気象条件などによっては非常に大きな波となるので、これに耐えるように防波堤を設計しなければなりません。このとき、波力の大きさがどれくらいかを求める必要があります。構造物に作用する波力の大きさを求める方法には、適切な水理模型実験や数値計算、あるいは波力の算定式があります。波力算定式としては、一般に「合田式」が用いられ、技術基準でも標準的な算定式として記載されています。



合田式は、海洋に設置された直立壁を対象に、波圧実験結果や既設防波堤の耐波実績などにに基づき提案された算定式で、図のような波圧分布を与えるものです。防波堤設置位置での波の高さなどを使って、算定式により静水面上で波圧強度がゼロとなる高さ η^* 、静水面での波圧強度 p_1 、堤体底面での波圧強度 p_3 、堤体下面に作用する揚圧力 pu などを計算し、この波圧分布から防波堤に作用する波力を求めることができます。一般に、波高の大きな波であるほど波力は大きくなります。また、波の周期や波向き、海底地形や構造物の形状など、いろいろな要素により波力の大きさが変わります。合田式では、各種パラメータによりいろいろな要素の影響を考慮した波力を求めることができます。

－ 海面清掃船「おんど2000」専用の簡易型油回収装置の開発 －

【技術開発課】

呉港に配備されている海面清掃船「おんど2000」は清掃船として建造されたため油回収装置を搭載しておらず、船体もその機能に対応していません。担務区域で油流出事故が発生した場合は海上保安庁から出動要請があれば出動しているが、油回収装置が搭載されていないため、油吸着マット等を使用して作業を行っています。

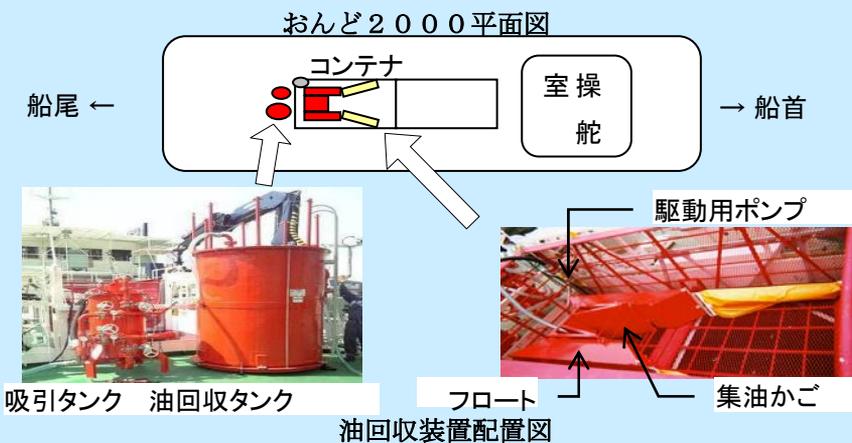
しかし、人力作業のみの対応となるため、油回収作業船と比較して作業性は劣っています。そのため、海上保安庁から要請された油回収支援業務を効率的に実施するため、「おんど2000」専用の簡易型油回収装置の開発を行うこととしました。

開発に当たって「おんど2000」による油回収作業における必要能力や制約条件を考慮した上で、検討項目(①清掃船へ搭載・取り外しが可能である、②大幅な船体改造を行わない、③油回収作業効率が高い、④メンテナンス性が優れている)を設定しました。

設定した設計条件を基に具体的検討項目を抽出し、回収方式の選定、基本仕様の決定を行いました。可動部分がなく、安価で故障の少ない、メンテナンス性の優れたエダクタを吸引装置として採用した吸引式油回収装置です。

油回収装置の設計は、実験により各部要素技術(吸引装置、油分離器等)の仕様決定後、試作機による室内実験で装置全体の性能確認を行ないました。更に得られた成果を基に簡易型油回収装置の実機を製作しました。

装置の全体構成は以下のとおりです。油水を集油するスキマー一部(フロート、集油かご)とエダクタにより油水を移送するための水中ポンプをコンテナ内に、内部に旋回流を起こして遠心力により油水を分離する吸引タンク、重力により油水を分離する回収タンクをコンテナ背後の甲板上に配置しています。



おんど2000
 所属港：広島(呉)
 全長：30.70m
 全幅：11.60m
 深さ：3.34m
 最大速力：14.5ノット

性能	水噴射エダクタ 強制吸引式	
	油水吸引量 油回収量 (油回収タンク分離前) エダクタ 駆動水圧 駆動水量	30m ³ /h 5m ³ /h 0.6MPa 75m ³ /h
各部仕様	スキマー部 フロート 集油かご	302kg L 2,200×B 1,640×H 950
	駆動用ポンプ 一次セパレータ (吸引タンク)	0.6MPa、75m ³ /h、106kg サイクロン式 φ660×H 1,100、350kg
	二次セパレータ (油回収タンク)	重力式 φ1600×H 2,110、4m ³ 、460kg
	波高	0.5m以下
作業条件	船速	1.5～2ノット(対水速度)
	対象油	A,B,C重油、機械油、グリス

本装置は油回収時にのみ搭載することができる、搭載・取り外しが可能なものです。油吸着マットや柄杓による油回収作業が不要となり、効率的な作業の実施が期待できます。

－ 雑記帳 －

先日、東京の方では開花宣言もされ、桜が咲くと春が来たなと感じ始めます。これからお花見をする人が増えてくるでしょう。このお花見は平安時代から習慣が始まったと言われていて、貴族が静かに鑑賞して句を読んだりするものだったようで、現在の桜の木の下で宴会といった形式は江戸時代からと言われていました。

江戸っ子によって桜の木の下でお祭り騒ぎしていたのが根源とされていて、この頃から貴族だけでなく、一般でも桜の花が親しまれるようになったそうです。

今年も綺麗な桜を見て、これから1年頑張っていく活力にしていきたいですね！

発行：国土交通省 中国地方整備局 広島港湾空港技術調査事務所
 〒730-0029 広島市中区三川町2-10 愛媛ビル6F

【TEL】082-545-7015 【FAX】082-545-7019

【URL】<http://www.pa.cgr.mlit.go.jp/gicyo/>

【e-mail】info-hg87s3@pa.cgr.mlit.go.jp

ご意見、ご感想をお待ちしております。

