けい留施設の設計における漁港と港湾の相違点

今岡正範

1. まえがき

漁港と港湾のけい留施設（物揚場・岸壁）は、同じ海の構造物であり、用途も、島根県内では、どちらも殆んど同じであるが設計に際しては、それぞれに基準が異っており、実務においても、それらを混同するおそれもある。今回は、漁港・港湾の主な設計条件をまとめると同時に、同条件下において、これらの基準の違いが、断面にどれだけの影響を及ぼすかについて、L型ブロック式けい船岸の例によって比較する。

2　漁港と港湾の設計条件の主な相違点

2-1　基準となる文献

漁港：漁港構造物標準設計法－(社)全国漁港協会
（以下、"黒本"と呼ぶ）

港湾：港湾の技術上の基準・同解説－(社)日本港湾協会
（以下、"青本"と呼ぶ）

その他、島根県の出している基準等

2-2　物揚場と岸壁の区分について

漁港：LWLにおいて、前面の水深が3.0m以上…岸壁
〃　2.5m以下…物揚場　（黒本 P.107）

港湾：〃　4.5m以上…岸壁
〃　4.0m以下…物揚場
港湾事業設計要領案
（島根県土木部港湾事務所）

2-3　地震力について

漁港：島根県では、物揚場・休けい岸壁には考慮しない
（黒本、P.30）

港湾：けい留施設の設計には、必ず考慮する

尚、地域別震度は、島根県の場合、双方共 0.05 としている。

2-4　船舶けん引力

漁港：考慮する（常時扱）

港湾：現状では無視している

2-5　上載荷重

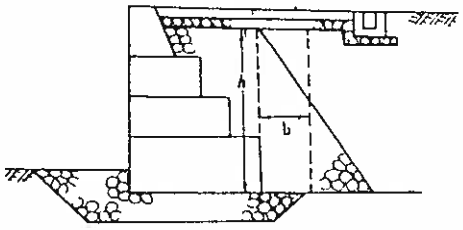
漁港：陸揚・出漁準備岸壁 = 1.0 t/m²
休けい岸壁・物揚場 = 0.5 t/m² } 黒本 P.39

港湾：岸壁 = 2.0 t/m²、物揚場 = 1.0 t/m²
- 港湾事業設計要領（案）（島根県土木部港湾課）⇒以下、"県要領案"と呼ぶ。

これらは常時の場合であり、地震時は、全て、常時の1/2としている。

2-6　裏込による背面土圧の減少の可否

漁港（黒本 P.38）



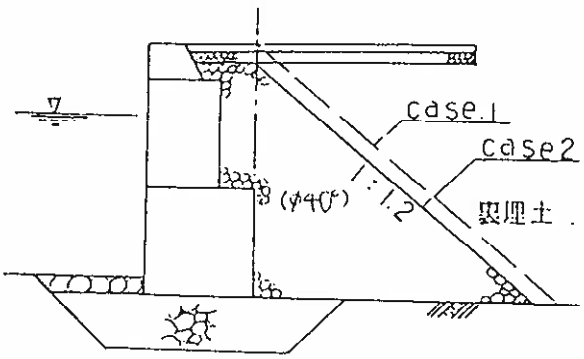
裏込土の断面形は、壁体底面の裏側端上の地表面から1:1以上の傾斜で三角形に施工した場合は、壁体背後は、全て裏込材で埋められたものとできるが、1:1より傾斜が急な場合は、図のように、その三角形と同面積の長方形を描き、次のように判断する。

b > h　の場合：壁体背後を全て裏込材で埋めたものとすることができる。

b = h/2　〃　：裏込材と埋土の各土圧を平均する

b < h/5　〃　：土圧の減少はできない。

港湾（県要領案）



下段の後端に裏込材を合わせ、上から安息角 S = 1:1.2 で裏込をするなら、φ 40°（CASE 1）、エプロンの下より安息角 S = 1:1.2 で裏込をする場合は、φ35°（CASE 2）とする。但し、その際は、裏埋土はφ30°程度の良質なものであること。

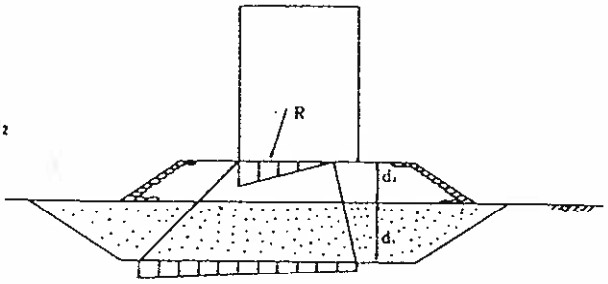
2-7 地盤支持力算出時の根入れ深さについて

砂質土地盤

$$q_u = \frac{1}{F}(\beta r_1 B N_r + r_2 D_1 N_q) + r_2 D_2$$

粘性土地盤

$$q_u = N_c \frac{C_0}{F} + r_2 D_3$$



漁港： $D_1 = d_1 + d_2$　　$D_2 = D_3 = d_1$

－第18回全国漁港講習会テキスト
（社）全国漁港協会

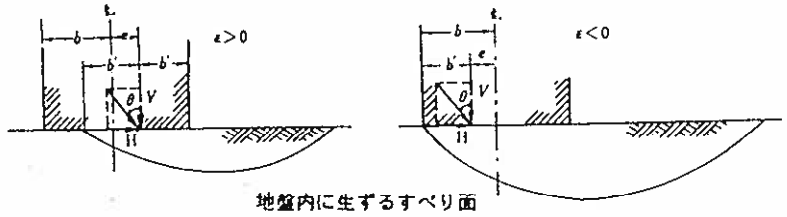
港湾： $D_1 = D_2 = D_3 = d_1 + d_2$（青本には、特に指定なし）

2-8 偏心傾斜荷重に対する検討

漁港：立石法（すべり面を想定した式）　－黒本 P.56

港湾：三建法（分割法による円形すべり）　－青本 P.5-9

立石法



ここに

q_u：限界支持力（t/m²）

B：基礎の幅（m）

γ：土の単位体積重量（水面下にある部分は水中単位体積重量）（t/m³）

N：支持力係数

F：安全率（1.0以上）

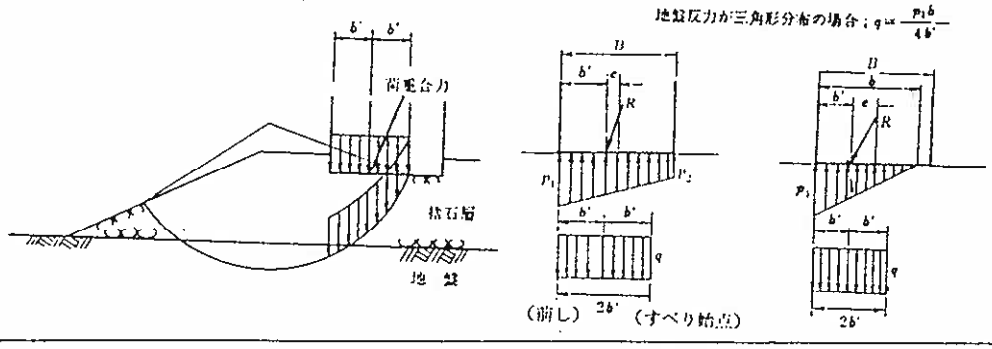
φは5°アップ°

三建法

φは5°アップ°

地盤反力が台形分布の場合：$q = \frac{(p_1+p_2)}{4b'}B$

地盤反力が三角形分布の場合：$q = \frac{p_1 b}{4b'}$



漁港と港湾のけい留施設の設計条件の違いは、他にも有るが、主なものは、以上である。

3. 設計例

これまでに揚げた設計条件の違いが、実際に、断面の決定にどれだけの影響をもたらすかを調べるため、－3.0ᵐ の物揚場（但し、漁港においては、比較的頻度の高い休けい岸壁とする）を例に、断面を比較する。

3－1 共通条件　（過去の実積、その他より、次のように定める）

- 形式：L型ブロック式けい船岸
- 天端高：＋1.2ᵐ
- 基面高：－3.5ᵐ
- 水位　：LWL＝±0.0，　RWL＝＋0.20ᵐ
- 基礎　：捨石　$\phi=40°$，$\gamma=1.8\ t/m^3$，$\gamma'=1.0\ t/m^3$
  マウンド厚 1.0ᵐ（現況地盤より 50ᶜᵐ掘る）
- 基礎地盤：砂質土　$\phi=30°$，$\gamma=1.8\ t/m^3$，$\gamma'=1.0\ t/m^3$
  構造基面高より、50ᶜᵐ下にあるものとする。
- 背面土　：砂質土　$\phi=30°$，$\gamma=1.8\ t/m^3$，$\gamma'=1.0\ t/m^3$
- 安全率

	常時	地震時	
直立部のすべり出し・転倒	1.2	滑 1.0 転 1.1	コサツ係数 $\mu=0.6$
捨石マウンドの直線すべり	1.2	1.0	
地盤支持力	2.5	※2.5	重要な構造物　2.5
	1.5	1.5	その他の構造物　1.5
〃	1.0	1.0	偏心傾斜荷重に対する検討
捨石上面許容堆趾圧	40 t/m^2		

※ 港湾は 2.0

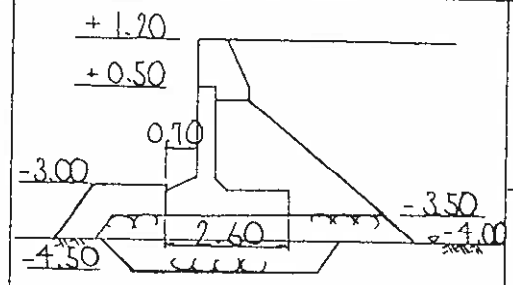
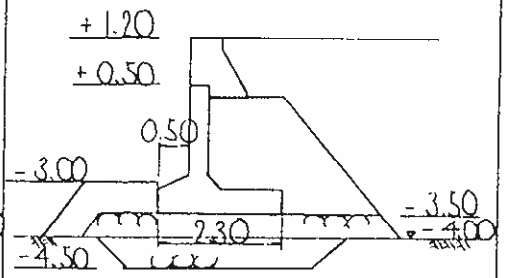
- 残留水圧

$$(RWL-LWL)\times 1.03 = 0.206\ t/m^2$$

3－2 異なる条件

- 背面土圧：漁：$\phi 30°$ とする　港：$\phi 35°$ とする
- 上載荷重：漁：$0.5\ t/m^2$　港：常時 $1.0\ t/m^2$
  地震時 0.5〃
- 地震力　：港湾のみ　$k_h=0.05$
- けん引力：漁港のみ。$H=0.6\ t/m$

3-3 計算結果

	漁港	港湾	
断面図			
	計算値	計算値 常時	計算値 地震時
滑動F	1.29 > 1.2	1.41 > 1.2	1.17 > 1.0
転倒りF	1.70 > 1.2	1.80 > 1.2	1.52 > 1.1
捨石上面端趾圧	13.09 t/m² > 40 t/m²	13.22 t/m² > 40 t/m²	17.23 t/m² > 40 t/m²
偏心傾斜F	2.39 > 1.0	1.19 > 1.0	[1.01 > 1.0]
捨石下面端趾圧	[8.51 t/m²]	9.06	9.50
捨石下面許容支持力	[9.08 〃]	9.58	11.07

（県標準L型ブロック）

□ 内は決定要因

考察

漁港の方は、捨石下面支持力が、又、港湾の方は、偏心傾斜荷重に対する安全率が、それぞれ決定要因となった。

同条件下において、30cmもの断面幅の違いが生じた原因としては、けん引力の考え方の違い、捨石下面許容支持力算定時のφのとり方の違い、土圧算定時の内部摩擦角のとり方の違いなどが挙げられると思う。但し、土圧算定時の内部摩擦角のとり方の違いは、上図にもあるように、裏込の範囲のとり方の違いに起因している。

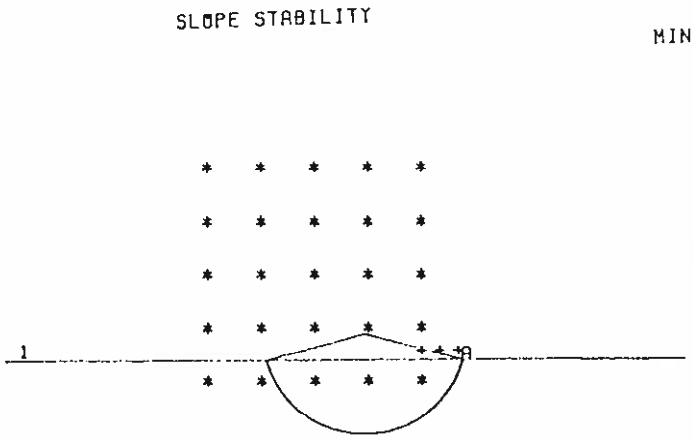
4. その他の比較

・立石法と三建法の安全率の違い

双方とも、偏心傾斜荷重対する検討ではあるが、どちらが安全側であるかを比較してみる。

今、島根県の漁港標準L型ブロックの内、水深-3.0m 天端高+1.6mで、岩着基礎の場合、「L301」タイプを用いるが、安定計算表によると、このタイプの立石法安全率は、Fe=0.19×Nと記してある。これを捨石基礎として計算すると、黒本の図2-1-7より、N=3.9, Fe=0.74<1.0 となる。

これを、港湾のやり方である三建法で検討すると、次のようになる。



立石法で Fe=0.74 に対し、三建法で Fe=1.14 となった。

同様にして、島根県標準L型ブロック「L401」タイプ(水深-4.0m、天端高+1.60m、岩着基礎用)について検討してみると、

立石法 Fe=0.49 に対し、三建法 Fe=0.95 であった。

以上の結果より、三建法に比べると、立石法が安全側であり、港湾のL型ブロックの中には、立石法でチェックすると、もたないものもある可能性がでてきた。しかし、この比較は、捨石より下の層は考えずに行っているので、これを考慮すれば、当然、話は変わってくる。

3-3で示した港湾の断面は、地震時の三建法(Fe=1.01)で決定されたが、これを、立石法で検討すると、Fe=1.02となり、ほとんど変わらない。したがって、立石法と三建法の違いは、さほど影響はないものといえそうだ。

5. あとがき

今回の断面の比較は、これだけで充分とはいえないが、30%もの違いが出たということは、問題であろう。今後、もう少し色々なケースを検討してみなければ、漁港と港湾とで、どちらが安全で、どちらが危険かということは一概には言えないが、3の計算例の様なケースでは、裏込の範囲を広げて断面幅を小さくするのと、その逆とでは、どちらが経済的断面であるかの検討も必要となる様に思える。又、偏心傾斜荷重に対する考え方（捨石下面許容支持力算定時のHの考え方、三建法か立石法かなど）の整理をしてみることが必要ではないだろうか。

参考文献

「漁港構造物標準設計法」　(社)全国漁港協会
「港湾の技術上の基準・同解説」(社)日本港湾協会
「第18回全国漁港講習会テキスト」(社)全国漁港協会
「漁港関係事業設計資料」　島根県農林水産部漁港課
「港湾事業設計要領(案)」　〃　土木部港湾課