NO. 9

ケーソンの不同沈下の検討について

土肥美実

1. まえがき

ケーソンの設計で、「その他の検討」という項目で必ず出てくるのが、この不同沈下の検討である。「港湾の技術上の基準・同解説」では、2種類の検討方法が示されている。

> ケーソンを移動するためジャッキなどで持ち上げたり，あるいはすえ付け後の不同沈下などに対してはケーソン全体をはりとして検討する。この場合，次のいずれかの方法で検討することができる。
> (1) 鉄筋を考慮した有効換算断面をもとにして，鉄筋及びコンクリートの応力を検討する方法
> (2) コンクリートも引張荷重を受けもつものとし，コンクリート部だけの断面係数をもとにして求めたコンクリートの引張応力が，設計基準強度の5%以内にあることを検討する方法
> なお，底版に対しては，押し抜きせん断について検討すること。

図1

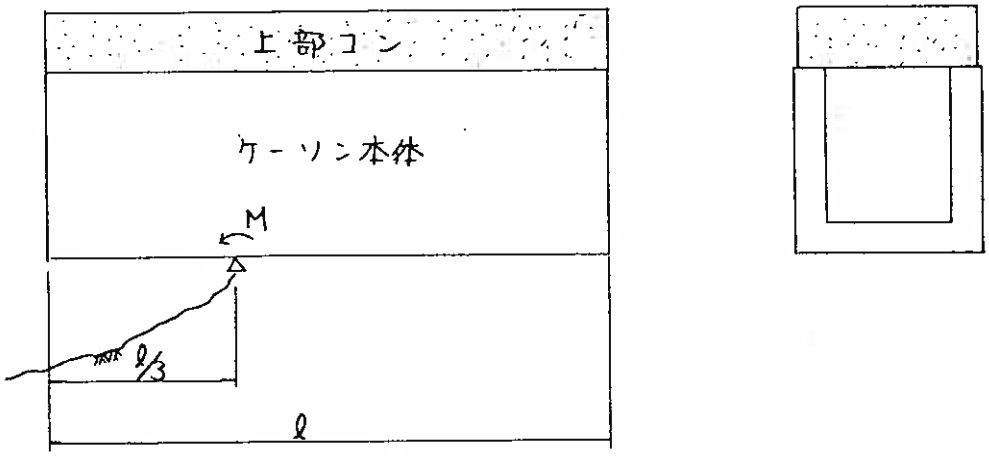
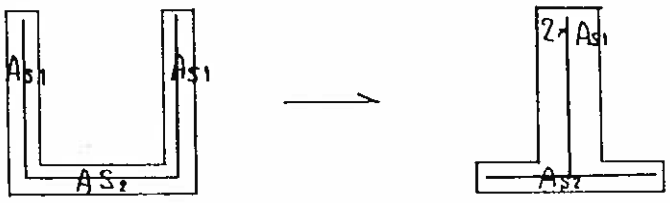


図1の様に、長手方向で、$l/3$までの基礎が何らかの理由で流出した場合を想定し、(1)、(2)の方法共、ケーソンをこの方向の片持ちバリとして応力を照査するものである。

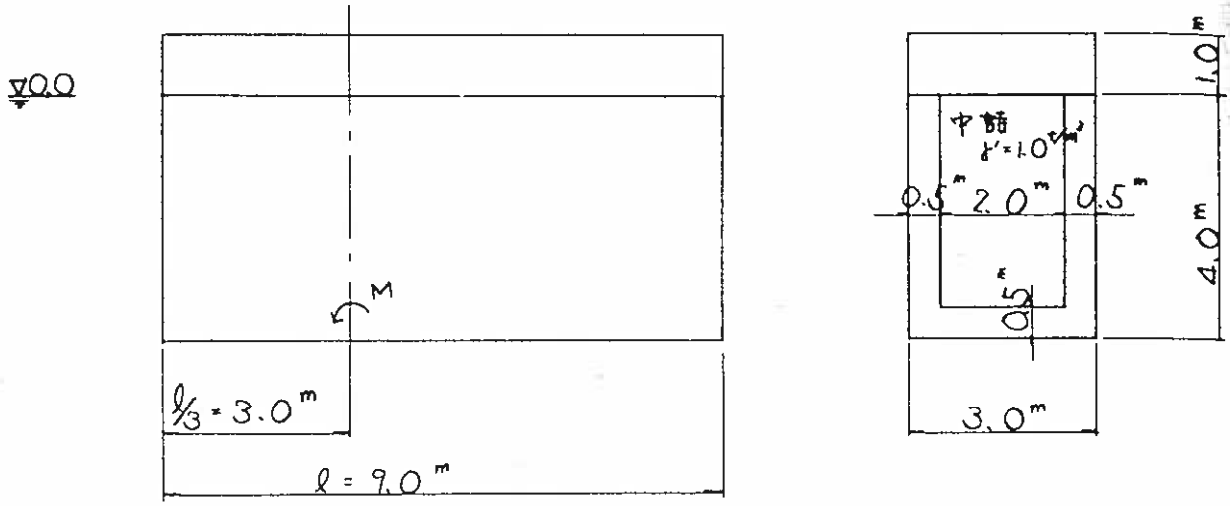
(2)の方法が、(1)の方法に比して非常に手間のかからないものである為、普通は、(2)の方法で検討を行っているが、この方法でクリアーできない場合もあり、その時は、(1)の方法をとる。しかし、従来我が社では、この方法がやや複雑である為か、図2の様に、T型断面に置換して検討していたようである。

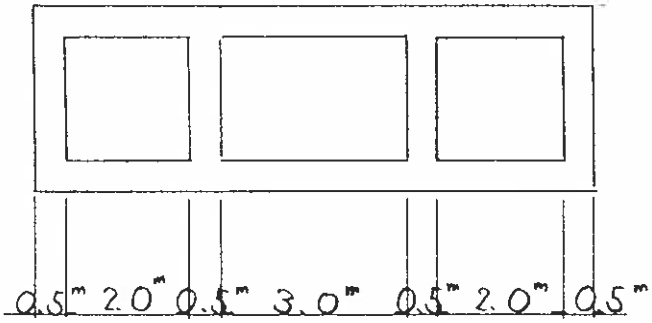
図2



そこで、本文は、(2)の方法の検討方法の解説を、自分なりにまとめたものである。

2. 計 算 例.





モーメントの算出

区　分	計　算　式	W(t)	ℓ(m)	M = W×ℓ (t·m)
上部工	3.0×3.0×1.0×2.30	20.7	1.5	31.05
中　詰	2.0×2.0×3.5×1.0	14.0	1.5	21.0
壁	(3.0×3.0−2.0×2.0)×3.5×1.42	24.85	1.5	32.28
底　版	3.0×3.0×0.5×1.42	6.39	1.5	9.59
計				93.92

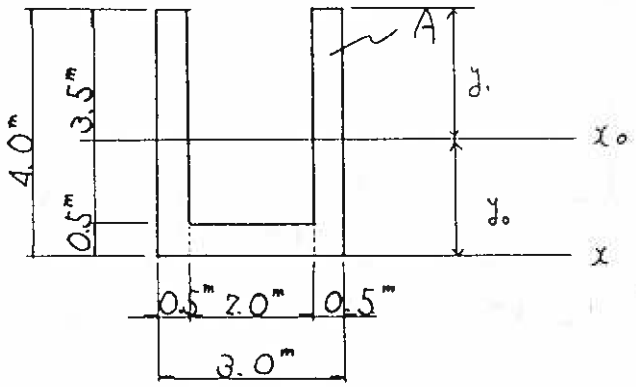
(1)、"港湾の技術上の基準"の(2)の方法

コンクリートの最大引張応力（縁応力）＜許容応力×0.05

$$\sigma = \frac{M}{Z} < 120^{kg/cm^2} \times 0.05 = 6^{kg/cm^2} \quad \cdots\cdots\cdots\cdots ①$$

中立軸の算出

$$y_0 = \frac{Gx}{A}$$



$A = 3.0 \times 4.0 - 2.0 \times 3.5$

$= 5.0^{m^2}$

$Gx = 0.5 \times 4.0 \times \frac{4.0}{2} \times 2$

$+ 2.0 \times 0.5 \times \frac{0.5}{2} = 8.25^{m^3}$

$y_0 = 8.25^{m^3} / 5.0^{m^2} = 1.65^{m}$

最小断面2次モーメント（中立軸x_0に関する断面2次モーメント）の算出

$$I_{x_0} = 3.0 \times 1.65 \times \frac{1.65^2}{2} - 2.0 \times 1.15 \times \frac{1.15^2}{2} + 2 \times 0.5 \times 2.35 \times \frac{2.35^2}{2} = 11.71^{m^4}$$

断面係数の算定

$$Z = \frac{I_{x_0}}{y_1}$$　y_1；中立軸から引張側端部Eの距離　$y_1 = 4.0 - y_0 = 2.35^{m}$

$Z = 11.71^{m^4} / 2.35^{m} = 4.98^{m^3}$

従って①式より

$\sigma_{max} = 93.92 \times 10^{5\ kg \cdot cm} / 4.98 \times 10^{6\ cm^3}$

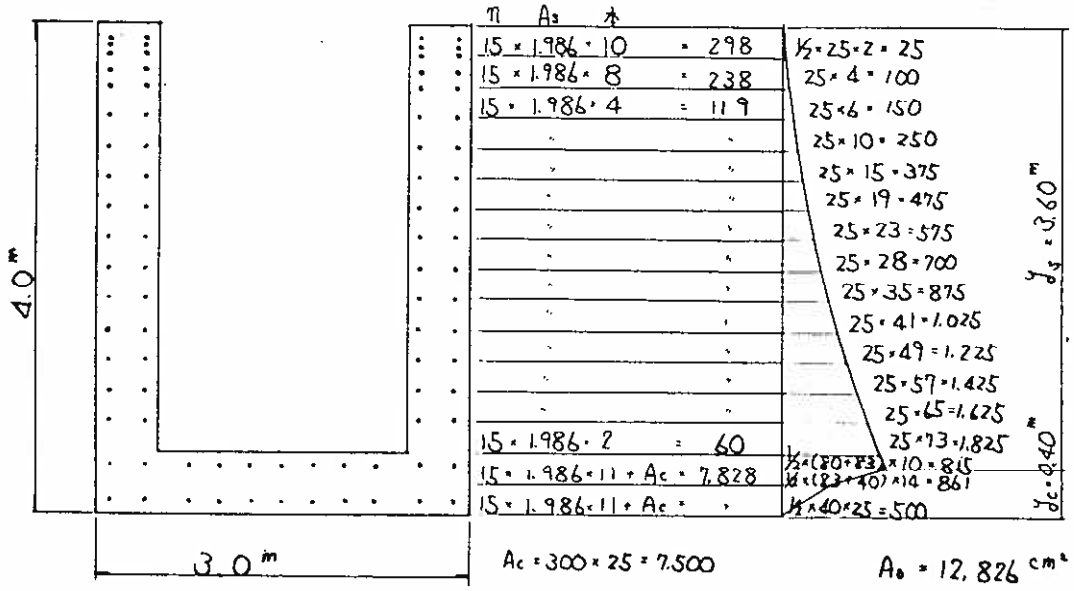
$= 1.89^{kg/cm^2} < 6^{kg/cm^2}$　　O.K

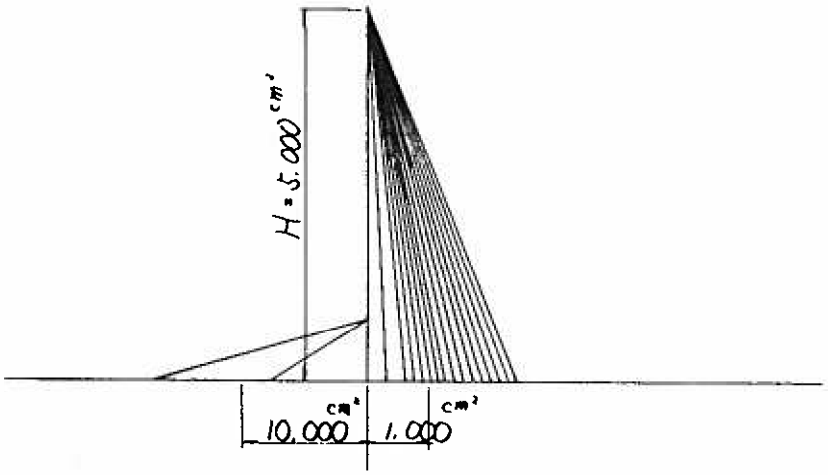
(2)　"港湾の技術上の基準"の(2)の方法

鉄筋を考慮した有効換算断面から中立軸をもとめ、引張側は、鉄筋の抵抗曲げモーメント、圧縮側は、コンクリートの抵抗曲げモーメントで、生じるMに対抗すれば良いという考えである。

$$\begin{cases} Mrs = \dfrac{\sigma sa \times I}{n \times y_s} > M \\ Mrc = \dfrac{\sigma ca \times I}{y_c} > M \end{cases}$$

鉄筋は全てD16とする





中立軸に関する断面2次モーメントIは、

$I = 2HA_0 = 2 \times 5.000^{cm^2} \times 12.826^{cm^2} = 1.28 \times 10^{8}\ cm^4$

$Mrs = \frac{\sigma sa \times I}{n \times y_s} = \frac{2.700 \times 1.28 \times 10^8}{15 \times 3.60 \times 10^2} = 6.4 \times 10^7\ kg\,cm = 640\ t \cdot m$

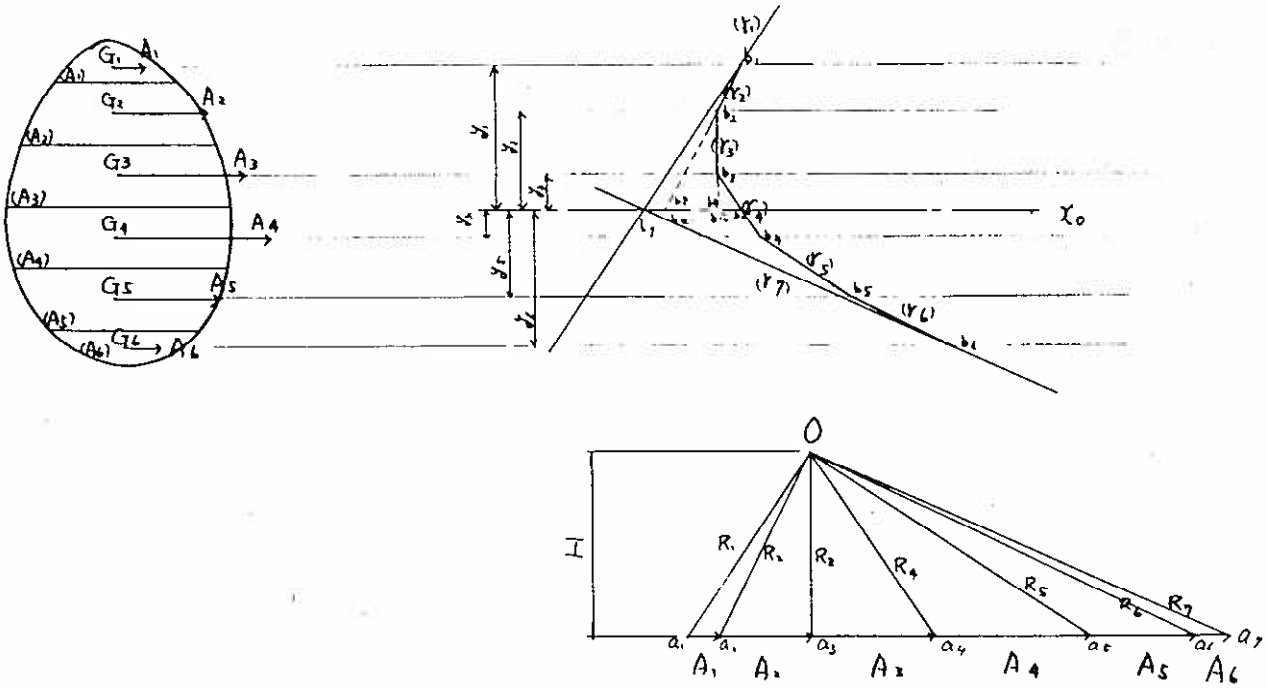
$Mrc = \frac{\sigma ca \times I}{y_c} = \frac{120 \times 1.28 \times 10^8}{0.40 \times 10^2} = 3.8 \times 10^8\ kg \cdot cm = 3,800\ t \cdot m$

$Mrs < Mrc$

$Mrs = 640^{t \cdot m} > 93.92^{t \cdot m} = M$ O.K.

(2) - 1.

断面2次モーメントの図式解法について.



三角形の相似より

$\triangle O a_1 a_2 \backsim \triangle b_1 b_7 b_8$

$$\frac{H}{A_1} = \frac{y_1}{\overline{b_7 b_8}}$$

$$\overline{b_7 b_8} = \frac{A_1}{H} y_1$$

同様に

$$\overline{b_8 b_9} = \frac{A_2}{H} y_2 \qquad \overline{b_{12} b_{10}} = \frac{A_5}{H} y_5$$

$$\overline{b_9 b_{11}} = \frac{A_3}{H} y_3 \qquad \overline{b_7 b_{12}} = \frac{A_6}{H} y_6$$

$$\overline{b_{10} b_{11}} = \frac{A_4}{H} y_4$$

$$I_{x_0} = \int_{(A)} y^2 dA = \sum_i y_i^2 A_i$$

$$= H \cdot y_1 \cdot \overline{b_7 b_8} + H \cdot y_2 \cdot \overline{b_8 b_9} + \cdots \}$$

$$= 2H \{ \triangle a_1 b_7 b_8 + \triangle b_7 b_8 b_9 \}$$

$$= 2H A_0$$

(A_0は連立図で囲まれた部分の面積)

3、あとがき、

計算例では、両方ともクリアーする断面であったわけだが、計算結果から察するに、(2)の方法で行った方が、シビアな検討方法であると思う。しかし、実用上の課題として、どの様な断面形が、(2)の方法をクリアしないのか、という事が残った。石川氏によれば、縦横比に関係があるのではないかというが、底版幅と高さの比を数種類変化させた断面で検討して、グラフを作成すれば、何らかの傾向が表れてくるのではないかとも思われる。この問題は以後に委ねたいと思う。