

I-527

卵形消化槽内容液の動特性

九州大学工学部 学生員 ○藤田 昭彦
 九州大学工学部 正 員 成富 勝
 九州大学工学部 正 員 鳥野 清
 九州共立大学 正 員 小坪 清真

1、まえがき

西ドイツで開発された卵形消化槽は円筒形消化槽と比較して消化効率が安定していることから、現在西ドイツを中心に数多く建設されている。この消化槽を地震の多い我が国に導入するにあたって、耐震性の必要から杭基礎を用いた卵形消化槽が建設されているようであるが、卵形消化槽は（容器+汚水+杭基礎）系として地震時に複雑な挙動をするために解析が煩雑となる。本研究は杭基礎等を設計する際の容器内汚水の地震時動水圧を求める略算式を提案するものである。

2、解析方法

表一にわが国に建設されている卵形消化槽の寸法を示す。これらの卵形消化槽の R_0 と H_0 の比は、

0.304～0.315 程度であり、わが国の卵形消化槽はほぼ相似形であると考えられる。卵形消化槽の地震時動水圧を厳密に求めることは困難なことから、曾我部⁽¹⁾

による伝達マトリックス法を用いて解析した。地震時動水圧には、（Ⅰ）地震の短周期成分に応答する衝撃圧、（Ⅱ）地震の長周期成分に

応答する振動圧（スロッシング）がある。これらの両者に対して、卵形消化槽の水位（ H ）を変化させ、付加質量係数、作用点高さ、スロッシングの固有周期、刺激係数を求めた。スロッシングは支配的な1次のみを考えている。

3、解析結果

（Ⅰ）衝撃圧（ P_d ）

付加質量係数 α_d 、作用点高さ H_d を図一に示す。衝撃圧は入力加速度に比例し汚水の水深 H が大きい程その圧力が大きくなるため、 $H/H_0 \geq 0.5$ の範囲で求めた。その近似式を破線で示している。

$$\begin{aligned} \alpha_d &= 0.27 (H/H_0) + 0.73 & 0.9 \leq H/H_0 \\ &= 1.08 (H/H_0) & 0.5 \leq H/H_0 < 0.9 \\ H_d/H_0 &= 0.25 (H/H_0) + 0.26 & 0.8 \leq H/H_0 \\ &= 0.50 (H/H_0) + 0.06 & 0.5 \leq H/H_0 < 0.8 \end{aligned}$$

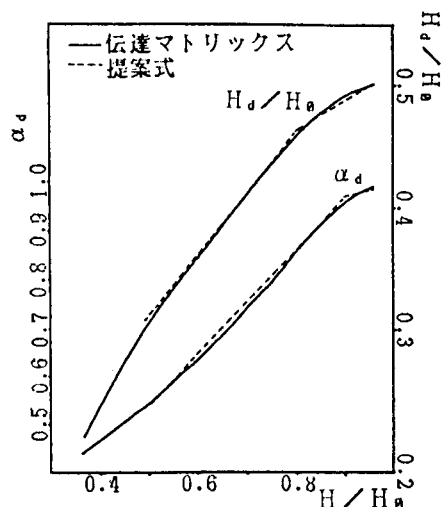
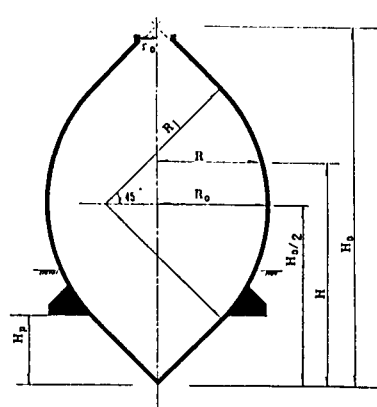
これらを用いて P_d 、及び P_d による杭頭のモーメント M_d を次式より簡単に求めることができる。

$$P_d = \rho \alpha_d V_H \omega^2 A, \quad M_d = P_d (H_d - H_p)$$

（ ρ ：内容液の密度、 V_H ：水深 H のときの内容液の体積、 ω ：固有円振動数、 A ：変位振幅）

	岩見沢 CASE 1	横浜 CASE 2	北九州 CASE 3
R_1 (m)	10.600	15.550	13.085
R_0 (m)	6.800	10.900	9.180
r_0 (m)	1.000	2.500	2.495
H_p (m)	4.000	5.000	4.474
$H_0/2$ (m)	11.200	17.340	14.541
R_0/H_0 (m)	0.304	0.314	0.315
V (m ³)	1748.0	6863.0	4000.0

表一：卵形消化槽の寸法

図一： α_d 、 H_d/H_0 と H/H_0 の関係

（Ⅱ）スロッシング（ P_s ）

付加質量係数 α_s 、作用点の高さ H_s を図-2に、スロッシングの固有周期 T_{s1} 、刺激係数 β_{s1} をそれぞれ図-3、4に示す。 β_{s1} は振動形解析法に於て表面波高を1として考えたものである。

$$\alpha_s = 0.37 - 0.40 (H/H_0)^3 \quad 0.5 \leq H/H_0, \quad H_s/H_0 = 0.8 (H/H_0)$$

$$T_{s1}/R_0 = 1.10 (R/R_0) + 0.40$$

$$\beta_{s1} = 0.27 / \{1.0 - (H/H_0) + 0.67\}$$

これらを用いて P_s 、 P_s による杭頭のモーメント M_s 及び地震時の最大表面波高 w_{max} を次式より求めることができる。

$$P_s = \alpha_s \rho V_H \omega_{s1}^2 A_{s1} \quad , \quad M_s = P_s (H_s - H_p)$$

$$w_{max} = \beta_{s1} S_A / \omega_{s1} = \beta_{s1} A_{s1} \quad (\omega_{s1}: \text{スロッシングの1次の固有円振動数}, \\ S_A: \omega_{s1} \text{に対応する地震加速度}, A_{s1}: S_A \text{に対する変位振幅})$$

図-5に、提案式より求めた M_d 、 M_s と伝達マトリックス法で求めた値を比較して示す（入力加速度

100gal）。かなり良い精度で提案式より簡単に求めることができる。

4. まとめ

上述の提案式は本解析に用いた卵形消化槽と相似な形状をもつ消化槽に利用できるものであり、設計の際の基礎に作用する外力、モーメントの推定に有効であろう。

（参考文献）

（1）曾我部、重田、柴田：
液体貯槽の耐震設計に関する基礎的研究

東大生研報告

第26巻第7号(1977.3)

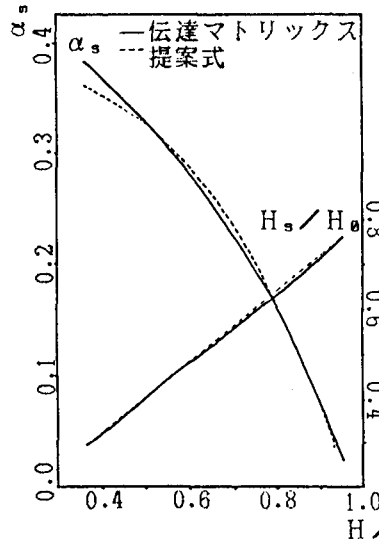


図-2: α_s 、 H_s/H_0 と
 H/H_0 の関係

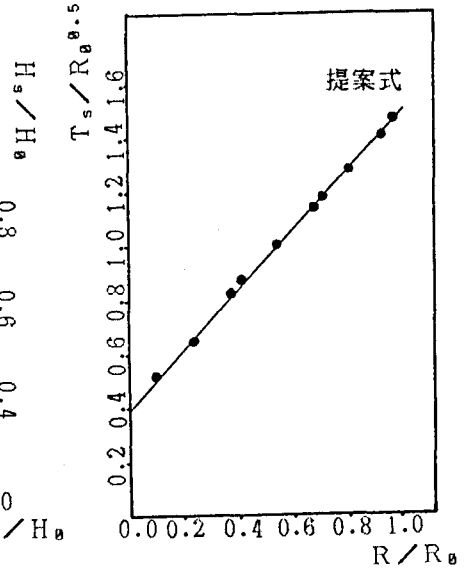


図-3: $T_{s1}/R_0^{0.5}$ と
 R/R_0 の関係

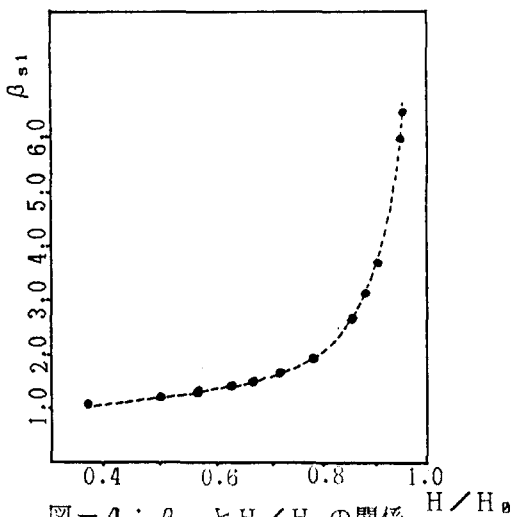


図-4: β_{s1} と H/H_0 の関係

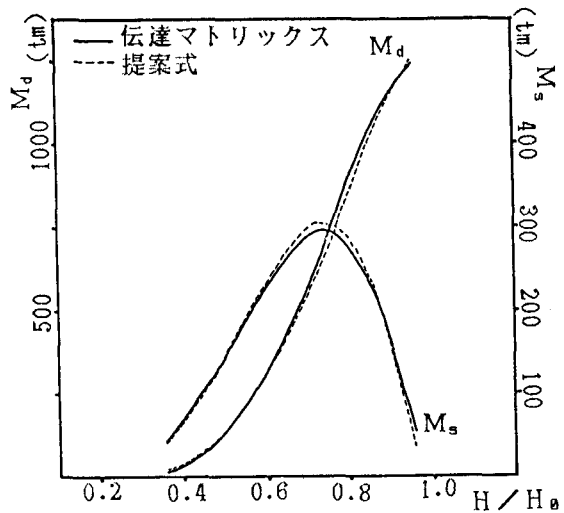


図-5: M_d 、 M_s と H/H_0 の関係