

II-447 潜水浮体上の碎波限界に関する研究

名古屋大学工学部 正 岩田好一朗 名古屋大学大学院 学○金 度参
運輸省港湾技術研究所 正 浅井 正 名古屋大学大学院 学 織田幸伸
技研興業(株)総合技術研究所 正 下田直克

1. はじめに: 潜水式浮遊構造物は潜水深を浅くすることにより, 浮体上面を通過する波を強制的に碎波させる長所をもっていると報告¹⁾されているが, 潜水浮体上の碎波に関する研究, 特に潜水係留浮体上の碎波特性に関する研究は, 岩田ら²⁾の研究を除くと, 数少ない。岩田らによると, 水中に構造物の存在とその運動のために一般斜面上の碎波特性とは異なる実験結果を与えている。このような結果は碎波時の潜水浮体による波の変形解析および海底地形変動予測などに応用できるので非常に重要である。本研究では, 寸法の異なる潜水圧気係留および固定浮体を対象して詳細な水理実験を行い, 碎波限界波形勾配を潜水深と初期空気圧の変化による動揺特性と関連させ, 明らかにしようとするものである。

2. 水理実験: 実験は名古屋大学工学部土木教室の片面ガラス張りの二次元鋼製水槽(長さ25m×幅0.75m×高さ0.9m)で行われた。実験に使用した圧気浮体(外部: 68cm×68cm×23cm, 内部: 39.2cm×66cm×21cm, 重さ: 56.22kg, 慣性モメント: 3.9kg・m²)はアクリル製(密度: 1.206g/cm³)である。係留索はφ3mmチェーン(ヤング係数: 2.1×10⁴kg/mm²)であり, 係留の場合は底面と45°を成すように浮体を固定した。水深(h)は60cmで一定とし, 潜水深(h_d)と圧気室の空気高さ(d)を各々6cm, 9cm, 12cmの3種類変化させた。発生波はすべて規則波であり, 周期は0.6~1.3秒の間で11種類変化させ, それぞれの波について入射波高を段々大きくして実験を行った。構造物は緊張係留させた場合と完全に固定させた場合の2種類とした。反射率は2点法で, 碎波有無はビデオで撮影した結果の解析と目視から判定した。

3. 実験結果および考察: 図-1は水深に対する無次元潜水深, h_d/h=0.1の場合, 碎波の有無を入射波の波形勾配(H/L)と波長に対する無次元浮体長さ(2ℓ₂/L)と関連づけて, 浮体の高さ(D)に関する無次元空気圧(d/D)をパラメータとして示した一例である。図中の曲線は碎波限界波形勾配の推定曲線である。同図によれば, 碎波限界波形勾配は, 2ℓ₂/L 0.7の範囲ではd/Dの違いによる影響はほとんど現れないが, 2ℓ₂/L < 0.7の場合はその差異により各々に極大値が現われるのがわかる。このような現象は入射波の周期が浮体の回転運動の固有周期と一致するために起こると考えられる。浮体の固有周期は係留索の初期張力が大きいほど, すなわちd/Dが大きくなるほど短くなり, 極大値はより大きい2ℓ₂/Lの値で発生することが認められる。固定浮体と係留浮体を比較すると, 係留浮体の方が全体に大きい碎波限界波形勾配を持つ傾向が見られる。さらに, 2ℓ₂/L 0.7の範囲ではその差は極めて小さいが, 2ℓ₂/L < 0.7の範囲では著しくなっている。以上の関係から碎波限界波形勾配は, 固定の場合は入射波の波形勾配, 潜水深および浮体による反射率(K_R)に支配され, 係留浮体の場合は固定浮体の碎波限界波形勾配を元にして浮体の回転運動の固有周期に支配されると考えられるので, 従来の研究³⁾を参照し, 潜水圧気浮体上の簡易碎波指標として次式を提案する。

$$\frac{H_b}{L_b} = \xi \left[0.0845 \left[1 - \exp \left\{ -1.5 \pi \frac{h_d}{L_0} (1+s^{4/3}) \right\} \right] \left(\frac{1-K_R}{1+K_R} \right) + 0.218 \tanh \left(\frac{2\pi h_d}{L_b} \right) \left(\frac{2K_R}{1+K_R} \right) \right] \quad (1)$$

ここで,

$$\xi = \frac{\beta}{\{\alpha (T_n - T)\}^2 + 1} + 1, \quad (2)$$

添字の0とbはそれぞれ深海と碎波点での値である。αとβは定数で, 固定の場合はそれぞれ零であるが, 係留の場合は最小自乗法から求めた表-1の値で算定する。Tは入射波の周期, T_nは浮体の回転運動の固有周期

である。sは海底勾配で、IzumiyaとIsobeの実験結果⁴⁾を参考して1/5を採用した。図-2は、図-1と同様の方法により、 H/L と h_d/L の関係を、 d/D をパラメータとして示したもので、図中の曲線は式(1)の結果を現している。図からわかるように、碎波指標の提案式(1)が実験結果をよく表現しているのが認められる。

4. おわりに：潜水圧気浮体上の碎波指標として式(1)を提案する。碎波の有無の分類は提案式(1)によって充分可能であると考えられる。

<参考文献>

- 1) Iwata, K. and D.S. Kim : Dynamic behavior of submerged tension-moored floating structure with pressurized air-chamber and wave transformation, Proc., PACOMS' 90, Vol. II, pp. 287~254, 1990.
- 2) 岩田・金・浅井・下田：潜水浮体による碎波に関する研究，海岸工学論文集，第37巻，pp. 604~608, 1990.
- 3) 青山ら：没水平板による波浪制御法に関する基礎的研究，第35回海岸工学論文集，pp. 507~511, 1988.
- 4) Izumiya, T. and M. Isobe : Breaking criterion on non-uniformly sloping beach, Proc., 20th ICCE, pp. 318~327, 1986.

表-1 α, β の値

d/D	h_d/h		0.10		0.15		0.20	
	α	β	α	β	α	β	α	β
0.261	23	1.50	15	1.05	14	0.90		
0.391	23	1.35	16	0.95	10	0.85		
0.522	23	1.00	18	0.95	13	0.85		

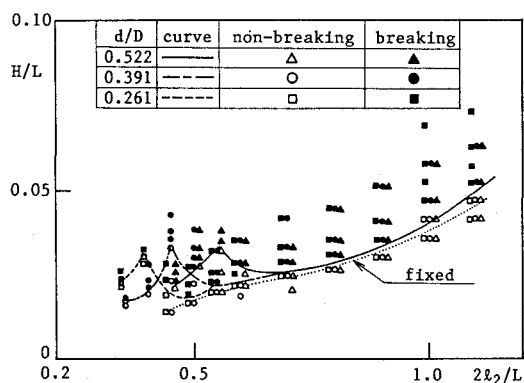
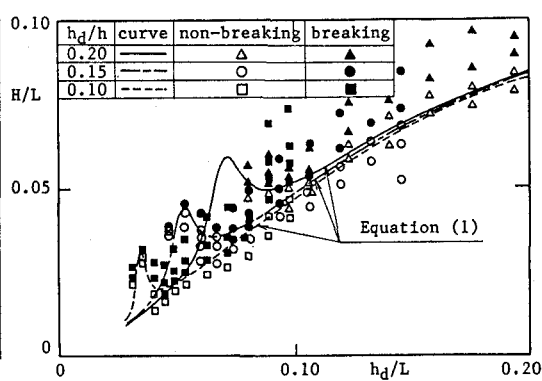
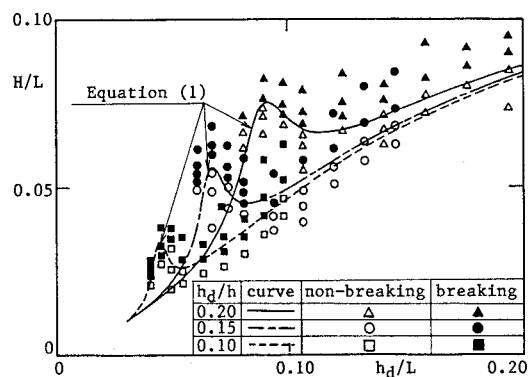


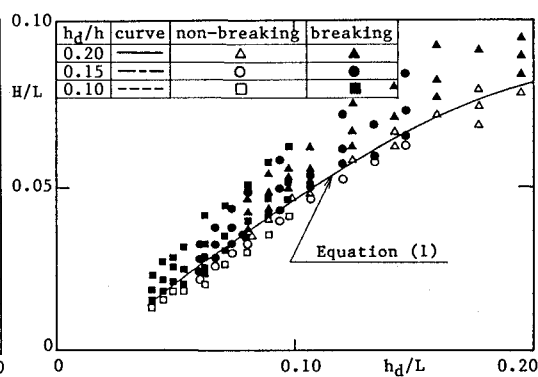
図-1 碎波限界 ($h_d/h=0.10$)



(a) $d/D = 0.261$



(b) $d/D = 0.522$



(c) 固定浮体

図-2 碎波限界