

三次元越波構造物によって獲得される越波量に及ぼす斜め入射波の影響

日本文理大学 学生員○熊野 将充
九州大学工学部 正 員 小松 利光
九州大学工学部 学生員 浦上由紀子
九州大学工学部 正 員 藤田 和夫

日本文理大学 正 員 樋田 操
九州大学総理工 正 員 松永 信博
九州大学大学院 学生員 岡田 知也

1. 緒言 波浪エネルギーの有効利用法の一つとして、著者らは、一様法面勾配をもつ越波堤と、広範囲に分布している波浪エネルギーを集めるためのV字状集波堤とからなる三次元越波構造物を用いて、効率的に越波量と水位差を獲得し、得られた水位差を利用して一方向流れを発生させる技術を提案している。これまでの研究により、構造物に対して垂直に入射する規則波及び不規則波によって獲得される越波量の定量的評価が可能となった。しかしながら、実海域の波は方向性を有しており、入射波の波向が越波量に及ぼす影響を明らかにすることは残された重要な課題の一つである。斜め入射波が越波量に及ぼす影響は、井上¹⁾、高山²⁾によってすでに明らかにされているが、本研究が対象としている構造

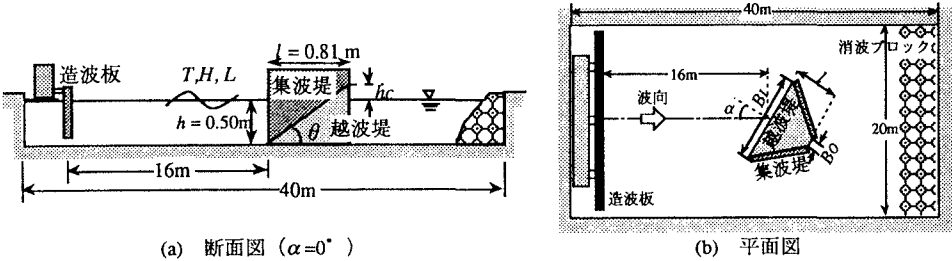


図-1 実験装置の概略及び代表諸量の定義

物は、越波堤と集波堤とから構成される特徴的な形状をしているため、新たな検討が必要となっている。

2. 実験装置及び実験方法 実験は、長さ40m、幅20m、深さ1mの、水平床から成る大型平面造波水槽を用いて行われた。三次元越波構造物を水槽中央に設置し、一方向の二次元規則波に対して越波堤の向きを変化させることにより波の入射角度 α を変化させた。実験装置の概略及び代表諸量の定義は、図-1に示されている。 $T, H, L, h, \theta, l, B_l$ 及び B_o は、それぞれ入射波の越波堤法先水深 h での周期、波高、波長、越波堤の静水面上天端高、法面勾配、 $\alpha=0^\circ$ の場合における集波堤の波の進行方向の長さ、集波堤の入口幅及び出口幅である。全実験を通じて、 $h=50\text{ cm}$ 、 $L=231\text{ cm}$ ($T=1.3\text{ s}$)に固定された。

越波量は、入射波が構造物に到達し、再び水槽後端部の消波工からの反射波が到達するまでの安定した波群中の約5波に対して採取された。単位幅当たりの越波量 Q_{R30} ($\text{cm}^2/\text{波}$)は、採取された越波量を集波堤の出口幅で割ることにより求めた。ここで、添え字 R は入射波が規則波であること、3は構造物が三次元的であることそして 0 は斜め入射であることを意味する。

波が斜めに入射する場合の無次元越波量 Q_{R30}/HL を、波が

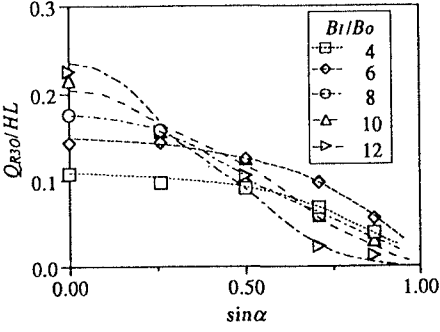


図-2 Q_{R30}/HL と $\sin \alpha$ の関係

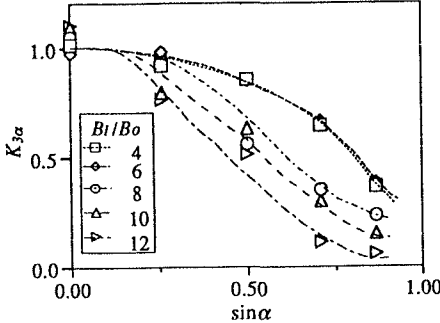


図-3 K_{30} と $\sin \alpha$ の関係

表-1 実験条件

L (cm)	H (cm)	H/L	h _c /H	B _l /B ₀	α (°)
231	4.6	0.020	0.75	4, 6, 8, 10, 12	0, 15, 30, 45, 60
	7.9	0.034	0.25	B ₀ = 16.2 cm	
			0.50	B _l = 64.2, 97.2	
			0.75	129.6, 162.0	
	12.0	0.052	0.75	194.4 cm	

垂直(α = 0°)に入射する場合の無次元越波量 Q_{R3}/HL を用いて次式で表す。

$$\frac{Q_{R30}}{HL} = K_{3\alpha} \cdot \frac{Q_{R3}}{HL} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで、 $K_{3\alpha}$ を斜め入射波の影響による、三次元越波構造物によって獲得される越波量の減少係数と定義する。本研究では、 $K_{3\alpha}$ は次式で示す4つのパラメータに依存するものと考え

$$K_{3\alpha} = f\left(\frac{H}{L}, \frac{h_c}{H}, \frac{B_l}{B_0}, \sin\alpha\right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

え、それぞれのパラメータを表-1に示す実験条件のもとで変化させて実験を行った。 $K_{3\alpha}$ にそれほど強い影響を及ぼさないと思われる他のパラメータはそれぞれ $h/L = 0.22$, $\theta = 30^\circ$, $B_0/l = 0.2$, $l/L = 0.35$ に固定されている。

3. 実験結果とその考察 図-2は、 $H/L = 0.034$, $h_c/H = 0.75$ の条件での Q_{R30}/HL と $\sin\alpha$ の関係を B_l/B_0 をパラメータとして示す。図中の曲線は、各々の B_l/B_0 に対して施された近似曲線である。各々の B_l/B_0 に対して Q_{R30}/HL は $\sin\alpha$ の増加に伴い減少傾向を示し、 B_l/B_0 が大きいほど急激な減少傾向を示す。図-3に、 $K_{3\alpha}$ と $\sin\alpha$ の関係を B_l/B_0 をパラメータとして示す。 $K_{3\alpha}$ は Q_{R30}/HL の実験値を、図-2の近似曲線の $\sin\alpha = 0$ における値で割ることにより求められている。図-3中のそれぞれの B_l/B_0 に対する近似曲線は、入射角が大きくなると $K_{3\alpha}$ は急激に小さくなり、 B_l/B_0 が大きくなるにつれてその傾向が強まる。 $K_{3\alpha}$ と $\sin\alpha$ の関係を普遍表示するために、図-4で示される代表量を定義する。ここで、 $(\sin\alpha)_*$ は $K_{3\alpha} = 0.5$ における $\sin\alpha$ の値である。

図-5は、 $K_{3\alpha}$ と $\sin\alpha$ の関係を表す全てのグラフから $(\sin\alpha)_*$ を読み取り、 $\sin\alpha$ を $(\sin\alpha)_*$ で規格化して示したものである。多少のばらつきが見られるものの、図中の近似曲線で十分普遍的に示されることが分かる。図中の普遍曲線を用いて、任意の H/L , h_c/H , B_l/B_0 及び $\sin\alpha$ に対する $K_{3\alpha}$ を評価するためには、代表量 $(\sin\alpha)_*$ を H/L , h_c/H 及び B_l/B_0 に対して定量化する必要がある。

図-6は、 h_c/H をパラメータとして、 $(\sin\alpha)_*$ と B_l/B_0 の関係を示す。 $(\sin\alpha)_*$ は B_l/B_0 の増加に伴い減少し、 h_c/H の値が大きいほど全体的に小さな値を示すことが分かる。このことは集波比が大きく、天端高が高い越波構造物は、入射角がそれほど小さくなくても越波量の減少率は大きいことを示唆している。また、同様に H/L をパラメータとして $(\sin\alpha)_*$ と B_l/B_0 の関係を示したところ、 $(\sin\alpha)_*$ は H/L にほとんど依存しないという結果を得た。

4. 結語 卓越波の波高 H 、波長 L 及び入射角 α が既知の海域において、三次元越波構造物の B_l/B_0 と h_c/H 値に対応する減少係数 $K_{3\alpha}$ の定量的評価が可能となった。これにより、斜めに波が入射する場合の越波量の定量的評価も可能となった。

参考文献) 1)井上雅夫ら：海岸工学講演会論文集, 18, 259 (1971). 2)高山知司ら：海岸工学講演会論文集, 31, 542 (1984). 3)小松利光ら：水工学論文集, 8, 105 (1992).

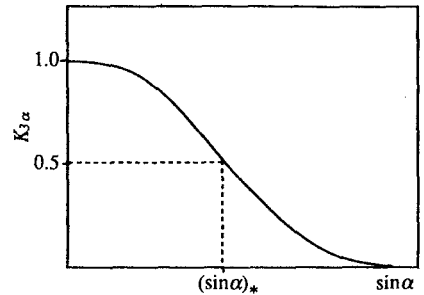


図-4 $K_{3\alpha}$ を普遍表示するための代表諸量

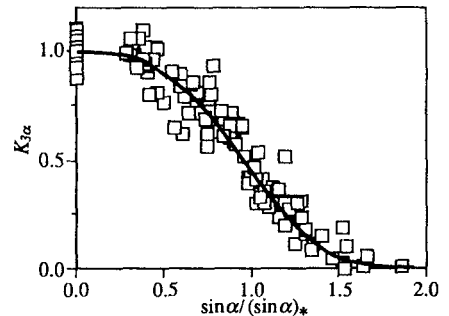


図-5 $K_{3\alpha}$ の普遍表示

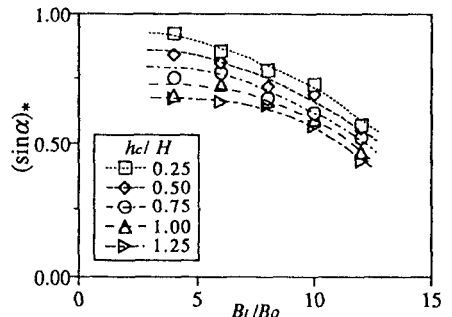


図-6 h_c/H をパラメータとした $(\sin\alpha)_*$ と B_l/B_0 の関係