

室内実験と現地観測における波の音圧特性

徳島大学工業短期大学部 正員 村上仁士

徳島大学工業短期大学部 正員 伊藤禎彦

鳥取大学工学部 正員 細井由彦

徳島大学大学院 学生員○小川慶樹

1. まえがき 快適な海岸空間を創造するには、既存する環境資源の持つ、情緒的資質を引き出す努力も必要であろう。快適なレクリエーション環境を創造するための要因として「波の音」に着目し、検討されている例はまだわずかしかない。灘岡ら¹⁾²⁾は先駆的な研究を行っているが、現地の波の音を観測して波の音を概括的に論じているにとどまっている。砕波する波の音に影響を及ぼす要因としては、波高、周期などの波浪特性、海浜勾配、底質条件などが考えられるが、実際の海岸においては、海岸周辺の地形や風なども重要な要因となる。そこで著者ら³⁾は、まず実験水槽を用いることにより、波の音に及ぼすそれら個々の要因の影響について検討を行った。本研究では室内実験により砕波音の音圧特性について検討し、次いで現地観測を行い室内実験より得られた知見と比較検討する。さらに官能試験を行い、人間心理に及ぼす砕波音のリズム特性の影響について若干の考察を加える。

2. 研究の内容 室内実験は、長さ30m、幅1m、深さ0.9mの造波水槽の一端に1/15の海浜勾配を設置して行われた。surf similarity parameterの異なる計27種類の波を用いて砕波形式を変えると同時に、底質を滑面の合板、れき ($D_{50}=18.6\text{mm}$) および細砂 ($D_{50}=0.63\text{mm}$) と変化させ、砕波点上30cmにおいて波の音が測定された。実験時には、砕波の挙動をビデオ撮影し、音の発生特性と結び付けた。そして風の穏やかな日を選び、現地海岸の砕波音を砕波点から岸側10m以内、マイク位置の高低差1.8m以内で収録し、実験結果と比較考察した。この現地観測は徳島県下の代表的なれき浜である大神子海岸と砂浜である月見ヶ丘海岸において行われた。また官能試験は、リズム特性の異なる5種類の人工の波の音を用いて、それらの快適性が評定尺度法より求められた。

3. 結果および考察 まず、図-1に巻き波型砕波が生ずる実験波の砕波音圧の時間変動記録を一周期間について示したが、砕波する波が「砕け」、「突っ込み」状態にある時に大きな音圧値を示し、「遡上」、「引き」状態では小さな音圧値を示している。つまり波が砕波し、気泡を巻き込み水面に突っ込む時に波の音圧は増大し、海浜斜面上を遡上し、つづいて引く時にパワーが減少することがわかる。そこで砕波する波の音圧特性についてもう少し詳細な検討を行うために、つぎに波浪特性である波高と波長の影響について検討してみよう。

図-2は、ほぼ同じ波長を持ち、波高の異なる実験波についてそれぞれの音圧変動を示したものである。換算沖波波高 $H_o' = 5.7\text{cm}$ の波の場合より、波高の大きい $H_o' = 12.6\text{cm}$ の波の場合が「砕け」、「突っ込み」時のパワーが大きいことがわかる。これは、波高の小さい場合より、波高の大きな波の場合が砕波時に失われるエネルギーが大きいためと考えられる。

なお、室内実験では波高が大きくなるとともに砕波する波の数周期間における平均音圧値も増大する結果が得られている。

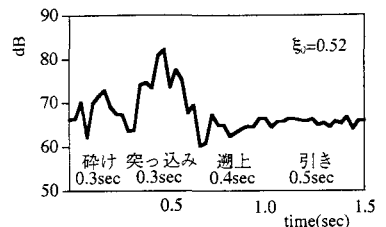


図-1 砕波音圧の時間変動記録

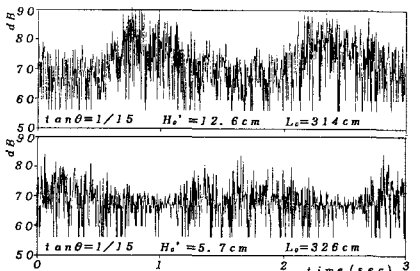


図-2 砕波音圧特性と H_o' との関係

そこで、現地海岸において砕波する波の平均音圧値 P_{av} を縦軸に、横軸に砕波高 H_b をとりプロットしたものを図-3に示す。砕波高 H_b の値が8cm～30cmと小さくまた限られた範囲ではあるが、砕波高 H_b の値とともに音圧値 P_{av} の値が増大していることがわかる。

つづいて、波の音に及ぼす波長の影響について考察を行う。図-4は、ほぼ同じ波高 H_o' を持ち、沖波波長 L_o の値が234cmと691cmとかなり異なる周期で砕波運動が生じる実験波についてそれらの音圧変動記録を示したものである。これを見ると、波長の長い $L_o = 691\text{cm}$ の場合には、かなりリズムカルに変動しているのに対して、 $L_o = 234\text{cm}$ の場合には、ほとんど変動のないパターンになっていることがわかる。これは周期が長くなるとともに一波一波の砕波が明確になるためであろう。またこのことより、砕波音のリズム特性が周期 T に依存することが示唆される。

よって、つぎに波の周期と砕波音のリズム性に注目して考察を行ってみる。灘岡ら¹⁾は、リズム性を表す指標として、砕波音圧の最大値 P_{max} (dB) と平均音圧値 P_{av} (dB) の差を P_{av} (dB) で割った値をリズム性 L_{zm} としている(①式)。

$$L_{zm} = (P_{peak} - P_{av}) / P_{av} \cdots \cdots \text{①}$$

図-5は、室内実験データについて、沖波波形勾配 H_o' / L_o 別に、リズム性 L_{zm} と周期 T との関係を調べようとしたものである。波形勾配 H_o' / L_o の値が0.02以上の物理特性を持つ波は、周期 T が増大するにともないリズム性 L_{zm} の値も大きくなっている。しかし必ずしも明確ではないが、波形勾配の最も小さい $H_o' / L_o = 0.01$ の波ではむしろ周期 T の増大と共にリズム性 L_{zm} の値が減少する傾向もみられる。

そして人間心理に及ぼすリズム性の影響について官能試験を行った。調査方法は、平均音圧 P_{av} の値が等しく、リズム性 L_{zm} の値の異なる5種類の人工の波の音を徳島大学の学生28人に聞かせ、それぞれ大変快い、快い、普通、不快、大変不快の5項目の中で、該当すると思われるものを選ばせた。そして5項目の選択肢のうち、大変快い感じられた波の音には5ポイント、快いと感じられた波の音には4ポイントと以下順に普通は3ポイント、不快と大変不快は、それぞれ2ポイント、1ポイントと点数をつけ、その合計結果をリズム性 L_{zm} を横軸とり図-6に示す。

この場合リズム性 L_{zm} の値が非常に小さな値の範囲ではあるが、 L_{zm} が増大すると共にポイントが高くなっており、リズム性がその音の快適性と密接な関係があることが示唆される。

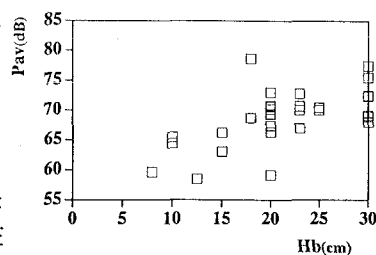


図-3 P_{av} と H_b との関係

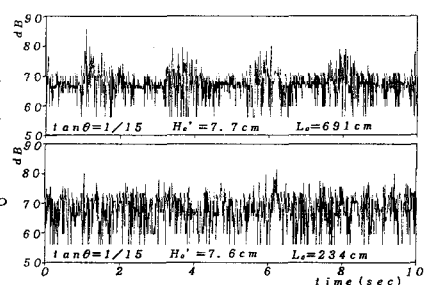


図-4 砕波音圧特性と L_o との関係

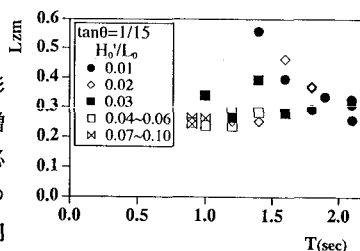


図-5 L_{zm} と T との関係

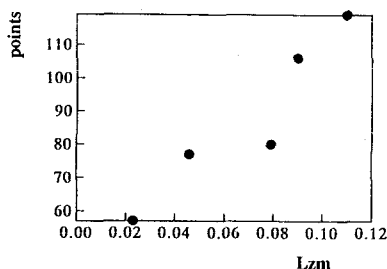


図-6 「快さ」と「リズム性」に関する回答結果

参考文献 1) 灘岡和夫, 徳見敏雄 (1988): 海岸の音環境に関する基礎的研究, 海岸工学講演会論文集, 第35巻, pp. 757-761, 2) 灘岡和夫, 玉嶋克彦 (1989): 海岸環境要素としての波の音の特性について, 海岸工学論文集, 第36巻, pp. 869-873, 3) 村上仁士, 細井由彦, 上月康則, 小川慶樹 (1992): 砕波による波の音に関する二, 三の実験的考察, 海岸工学論文集, 第39巻, pp. 1081-1085