

Pocket beach の平面形状について

土屋 義人*・芝野 照夫**・十河 耕一***

1. 緒 言

近年、環境変化に伴う漂砂源の変化によってわが国各地で海岸侵食が助長されてきていることは周知のとおりである。このような海岸侵食を防止するために、護岸や離岸堤などの侵食防止工が数多く築造されてきている。

一方、各地に見られる自然海岸のうち、砂浜の規模が比較的小さく、その両端が岩礁などいわゆる岬によって囲まれた海岸は、一般に pocket beach と呼ばれ、比較的安定した海岸であることが知られている。このような海岸における漂砂は、一般に両端の岬によってその移動が遮断され、主としてその海岸内で移動するものと考えられる。すなわち、岬の先端を越えて移動する漂砂および流入河川など海岸内の土砂を増減させるものがなければ、閉じた海域内で漂砂は移動するものと考えられるので、その特性に応じた海岸形状を形成しているであろう。

そこで、R. Silvester¹⁾ がいうように安定な海浜形状に基づく侵食対策工法の究明を目的とし、その第一歩として本研究では、各地に存在するできるだけ自然海岸の pocket beach を対象として、その平面形状の特性を検討しようとするものである。

2. 海岸波浪の特性

対象とした pocket beach は、人為的な影響が少ない自然海岸の安定なものを理想として、図-1 に示すように、わが国の山陰海岸をはじめ徳島、和歌山、三重海岸のほかオーストラリア、マレーシアおよびイラン・パキスタンの海岸におけるものを選んだ。

計測に用いた地形図は、わが国の海岸では縮尺 1/5 000 の国土基本図、また諸外国の場合は海図である。前述のように、砂浜海岸の地形変化に及ぼす主外力のうち、最も大きな影響を与えるのは一般に来襲波浪である。ここでは、来襲波浪の諸特性のうち海岸地形の平面形状につ

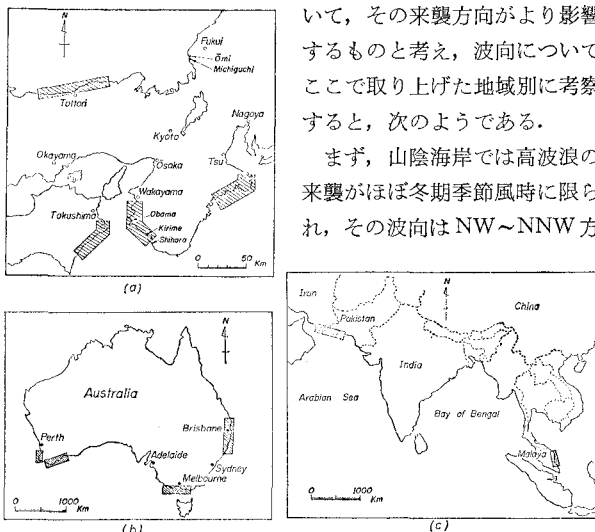


図-1 平面形状の計測地域

向の頻度が高いが、徳島および三重海岸は NW 方向を主方向とする冬季節風は陸風となり、海岸地形に影響を与える高波浪の来襲方向は E~SSE 方向で、しかも夏期の台風時にその頻度が高い。一方、和歌山海岸では海岸線の向きによっては、冬季節風時および台風時の波浪が卓越し、それぞれ NW~W と SW~S 方向の 2 つの波向の頻度が高くなる。たとえば、下津港における波浪観測結果²⁾によれば、冬期には来襲波浪のうち NW~W 方向のものが約 90% を占めているのに対して、夏期には SW 方向からの来襲波浪が全体の 85% 約を占めている。しかし、和歌山南部海岸では台風時のみ影響を受ける海岸も存在している。

一方、諸外国の海岸については、まず、オーストラリア東南海岸では E~S 方向の波向が全体の 64% に及ぶことを R. Silvester¹⁾ は明らかにしているとともに、この地域で最も海風の強い 1 月から 7 月にかけて風速 10 m/sec 以上の風の来襲方向は、SE~SW 方向であると指摘されている。さらに、オーストラリア南海岸では東海岸と同時期に S 方向を主方向とする風速 10 m/sec 以上の風が卓越する³⁾ことから、風向とほぼ同じ方向からの来襲波浪の頻度が高いものと考えられる。また、マ

* 正会員 工博 京都大学教授 防災研究所

** 正会員 京都大学助手 防災研究所

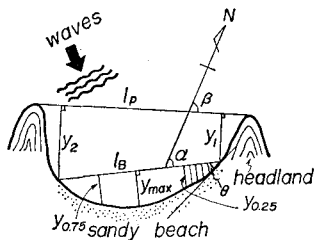
*** 学生会員 京都大学大学院工学研究科

レーシア東海岸⁴⁾では海岸地形に影響を及ぼす波浪の来襲が NE 方向からのうねりであるとされている。

以上のような各地域における来襲波浪の波向特性を念頭に pocket beach の平面形状を検討する。

3. Pocket beach の形状特性

ここで述べる平面形状とは汀線の形状であって、図—2に示すように、汀線の両端を結んだ直線を l_B 、両端

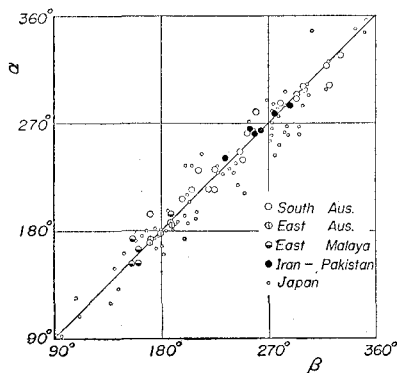


図—2 平面形状の計測図

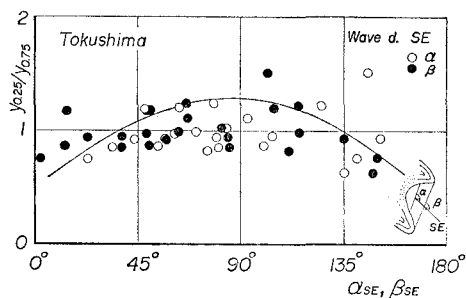
の岬を結ぶ直線を l_p とし、これら l_B と l_p に交差する方位 N の直線とのなす角をそれぞれ α および β とした。また、 l_B と汀線に囲まれた海域をセグメントに分け、それぞれの y 、 $y_{0.25}$ 、 $y_{0.75}$ と y_{max} および卓越波向に対して下手側の l_B と汀線のなす角 θ などの諸量を計測して、pocket beach の平面形状を表わす特性値とした。

わが国および諸外国の海岸形状のうち、pocket beach の湾口 l_p と汀線の両端を結んだ l_B それぞれの方位 N からの角度 α および β の関係を示したものが図—3である。これから若干のばらつきが見られるものの、わが国および諸外国の海岸ともに、 α と β に対応関係が見られ、湾口と砂浜の面する方向がほぼ同じであることを表わしている。このことは来襲波浪が岬付近で屈折あるいは回折しながら pocket beach まで到達し、岬によって完全に遮蔽されるものでないことを意味している。

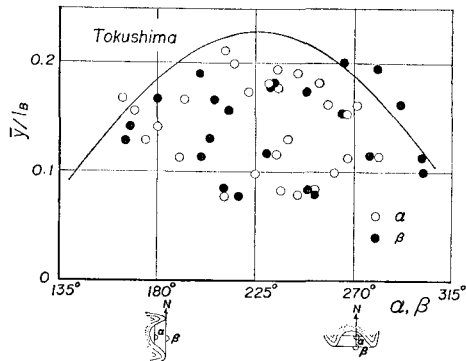
平面形状の計測から形状の非対称性を検討するために、 $y_{0.25}/y_{0.75}$ および平均湾入率 $\bar{y}/l_B$ と各地で推定さ



図—3 α と β との関係



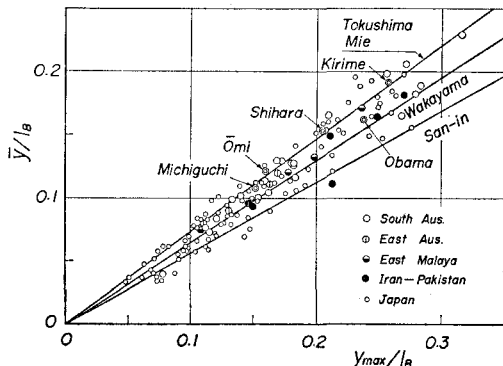
図—4 推定波向と平面形状の非対称性の関係



図—5 平均湾入率と α 、 β との関係

れる来襲波浪の主要な波向に対する l_B および l_p のなす角 α および β の関係を、わが国の各地域における pocket beach について調べ、その1例を示したものが図—4および5である。これらの図から推定される波向に対して l_B および l_p が傾くほど、砂浜の平面形状は非対称になり、平均湾入率の値が小さくなることがわかる。一方、図中に示す曲線のピークの位置は pocket beach を選んだ地域の平均的な卓越波向に対応する。すなわち、この徳島海岸の場合 SE 方向に面する海岸の平面形状が対称形に近く、また、pocket beach の湾入が大きいことを示し、前述の海岸波浪の特性で検討した推定波向とよく一致している。

次に、平均湾入率 $\bar{y}/l_B$ と最大湾入率 y_{max}/l_B との関係を示すと、図—6 のようである。わが国の pocket



図—6 平均湾入率と最大湾入率との関係

beach は図中の直線で示すように地域的に若干の相違がみられる。すなわち、徳島、三重海岸ではほぼ同様の傾向を示すが、和歌山および山陰海岸では $y_{\max}/l_B$ に対して $\bar{y}/l_B$ の値が小さくなっている。とくに、山陰海岸では、これらの地域の内でのその値が最も小さく、pocket beach の平面形状が局所的に大きく湾入した形状となっている。このように、山陰海岸が他の地域と相違する理由として、砂浜の両端に岬が存在する pocket beach が少ないために、pocket beach 状をした砂浜海岸を含めて計測しており、岬状に突出した砂浜の先端を回って漂砂が移動するために他の地域と相違するものと考えられる。一方、諸外国の pocket beach は、砂浜の両端に岬が存在する徳島、三重および和歌山海岸とほぼ同じ位置にその値が分布している。

また、pocket beach の最大湾入率 $y_{\max}/l_B$ と各地域において推定される波向に対する下手側汀線と l_B のなす角 θ との関係を示したものが図-7である。なお、

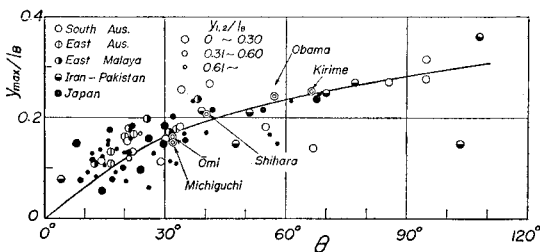


図-7 最大湾入率と θ との関係

この図は地域ごとに pocket beach の形状に及ぼす岬の影響を検討するために、波向に対して上手側の岬の突出率 $y_{1,2}/l_B$ ごとに図示してあるが、各地域の pocket beach は最大湾入率の増加とともに下手側汀線と l_B のなす角 θ は大きくなっている。このことは pocket beach の湾入が l_B に対して直角方向から波浪の来襲するほど大きくなる傾向を示すことから、 θ の大きいものほど pocket beach に対して正面から波浪が来襲する頻度が高いものといえよう。さらに、岬の突出率の相違による影響はほとんど見られないが、pocket beach の形状は来襲波浪の屈折や回折に影響されると考えられることから、現地海岸における岬の突出の状況が砂浜海岸にみられる防砂突堤などのように砂浜から直接沖方向に突出しているのではなく、岬の先端から pocket beach の端まで岩礁などによってある距離をもっていることや、岬から pocket beach にかけての海底地形の相違など岬の状況が異なるために岬の突出率の影響が直接現れないのであろう。このことは、R. Silvester⁵⁾ らが実験などで最大湾入率が $\theta=90^\circ$ で 0.5 の値をとることを示している。これは複雑な地形要素を含んだ自然海岸での結果と若干相違していることから、両者の相違は岬の突出状況が異なるため

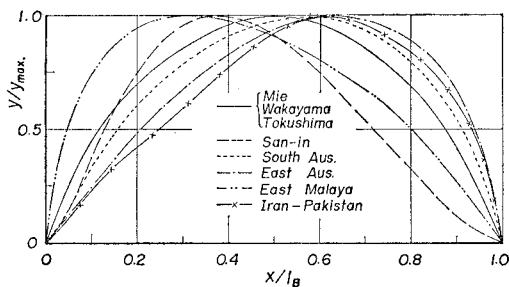


図-8 平面形状の無次元表示

と考えられる。しかし、このような岬の突出率の相違にもかかわらず、またその規模の大小に関係なく各地域の pocket beach の形状特性の傾向がほぼ同様であることは非常に興味深いことといえる。

また、各地域における pocket beach の平面形状を無次元化するため、横軸に x/l_B 、縦軸に $y/y_{\max}$ をとって示したものが図-8である。この図から、徳島、三重および和歌山海岸で $y/y_{\max}$ のピークが x/l_B のほぼ 0.5 の位置にあって、その形状がほぼ左右対称な形状を示している。しかし、山陰および諸外国の海岸では、そのピークの位置が左右にずれ非対称な形状となっている。これは前者の海岸では、pocket beach に対して、ほぼ正面から波浪が来襲するか、あるいは広範囲の波向をもつ波浪が来襲することによるものであろう。これに対して、後者の海岸では、海岸の変形に影響を及ぼす来襲波浪の波向が pocket beach に対して一定していることに原因するものと考えられる。

そのほか pocket beach の形状特性をさらに調べるために、 l_B と汀線に囲まれた海域の形状について、 l_B を直径とした半円形の面積 A_c および海域の実面積 A の比と最大湾入率の関係ならびに、 l_B を直径とした半円形の弧長 a_c および実汀線長 a の比と最大湾入率の関係を示したものが図-9および図-10である。これらいずれの図においても、最大湾入率の増加に伴って面積比および弧長比も増加している。しかも、わが国および諸外国の pocket beach についてもほぼ同じ傾向を示し、pocket beach の規模や地理的条件

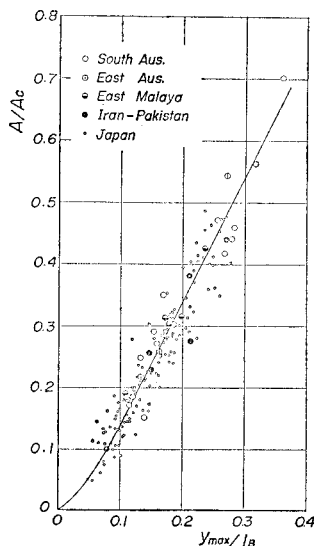


図-9 面積比と最大湾入率との関係

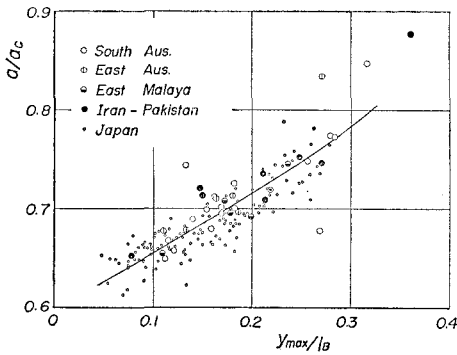


図-10 弧長比と最大湾入率との関係

の相違にもかかわらず、以上述べたように相似の形状特性を示すことから、pocket beach はその規模の大小に関係なく共通した平面形状を有するものといえよう。

4. 結 語

以上のように、pocket beach の平面形状特性を検討してきたが、得られた成果を要約すれば、次のようである。

1) Pocket beach の平面形状とくに砂浜の非対称および平均湾入率は、海岸変形に影響を与える来襲波浪の波向に対応することから、pocket beach の形状に波向が大きく影響することが明らかとなった。

2) わが国および諸外国の pocket beach の平面形状

は、いずれも相似の形状特性を示し、pocket beach の規模の大小にかかわらず共通の平面形状を示すことが明らかとなった。このことから、pocket beach 内における漂砂移動も同様な相似性が期待されるであろう。

3) Pocket beach の両端に存在する岬が平面形状に影響を与えると考えられるが、複雑な地形要素を含んでいるため、その影響は明確でない。

以上、自然海岸における比較的安定した pocket beach の一般的な平面形状特性を明らかにすることができたが、さらに pocket beach 内における漂砂機構を究明して、今後こうした安定海浜の侵食制御法への適用を研究していきたい。

最後に、本研究について御教示をいただいた西オーストラリア大学の R. Silvester 教授に感謝する。

参 考 文 献

- 1) Silvester, R.: Coastal Engineering II, Elsevier, 1974, p. 338.
- 2) 運輸省第三港湾建設局: 昭和48・49年管内波浪観測台帳, 1974, 1975.
- 3) Radok, R.: Australia's Coast, Rigby L., 1977.
- 4) Davis, J. L.: Geographical variation in coastal development, Longman, 1977, pp. 136~140.
- 5) Silvester, R. and S. K. Ho: Use of crenulate shaped bays to stabilize coasts, Proc., 13th Coastal Engineering Conf., 1972, pp. 1347~1366.