

海岸堤防設計上の2.3の問題点

—とくに東海および北陸海岸について

名古屋工業大学 細 井 正 延

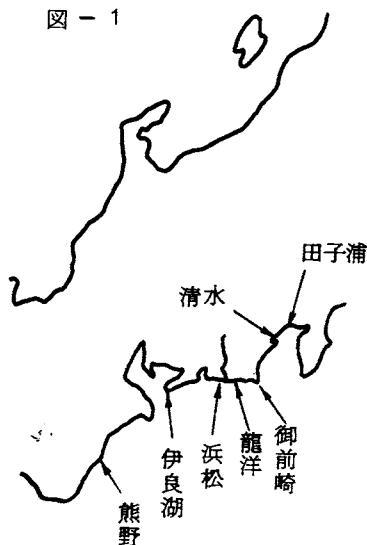
まえがき

著者が建設省土木研究所に在職中に東海及び北陸地区の海岸堤防の設計に関係したので、それらの例を対象として、海岸堤防を設計する上に問題となる水理的要素の2.3の点について検討した。堤防の高さをきめる場合に特に注意しなければならない点はずぎのとおりである。すなわち、(1)設計波のきめ方、(2)海底地形、(3)堤防の設置位置である。つぎにこれらの問題について考察する

(1) 設計波のきめ方

後に述べるように必ずしも最大の有義波を設計波にとらないで、むしろこれより小さな波を用いた方が大きなうちあげ高を得る場合があるが、いずれにしてもまず深海域に発生する波の大きさを求めることが必要である。東海海岸を対象とした場合には、台風の大きさと経路とによつて深海域に発生する波の大きさは場所にあつて異なるはずであるが、この地区は台風の常襲地帯であるから、各地点とも過去においてかなり大きな波が発生していると考えられる。たとえば伊勢湾台風の際には、著者等がWilson法によつて推算したところによると、 14 m 以上の高さの深海波が発生した場所があると思われ、また昭和33年の狩野川台風の際には、浅海域における観測値から推定すると、 $8\sim 9\text{ m}$ 以上の高さの深海波が発生した

図 - 1



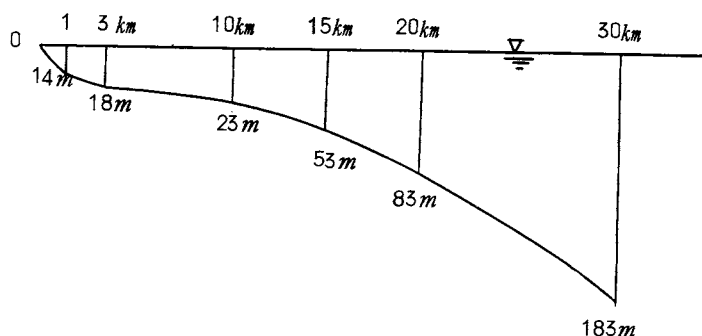
と思われる。深海波の設計波としてどのようなものを用いるかは、過去において実際に設計地点に來襲した波の深海域における値を用いるのが普通であるが、構造物の重要性が著しく高いような場合には仮想台風を用いることがある。たとえば由比海岸の高速道路護岸の設計の場合には伊勢湾台風と同規模の台風が由比地点に最も大きな波をもたらすような経路を通過したものとし、波高、周期を計算から求めた。

(2) 海底こう配及び堤防位置の影響

海岸堤防の設計を行なう場合に直接必要なものは、深海波でなくて海岸近くのいわゆる浅海波である。浅海波の大きさは、深海波が同じであつても海底こう配の値によつて著しく異なる。すなわち浅海域の海底こう配が緩いほど、波の伝播距離が長くなるので海底摩擦によるエネルギー損失が大きい。東海、北陸海岸においては、伊勢湾内及び由比の高速道路護岸等を除いては、一般に堤防の位置は汀線付近かあるいは汀線より陸側にあるので、前浜及び海底こう配が緩であるほど、碎波点から堤防までの距離が長く、したがつて堤防への波のうちあげ高、波力が小さい。

海底摩擦による波高減衰についての計算を、渥美半島の伊良湖付近の海岸について行なうとつぎのようになる。この付近の海底横断面図は図-2に示すとおりである（水深は、潮位がTP+20mのときの値）。海岸から沖へ

図 - 2



向つて30
kmまでの間
を6区間に
分け、各区
間の平均水
深を13.3
m、6.8 m
3.8 m、2.0
m、1.7 mと
して、Bre-

tschneiderの浅海域における波の推算図表を用いて1)、海岸より

1 km 沖合（水深 14 m）における波高、周期を計算した。ただし深海波は、伊勢湾台風の際の有義波を推算した結果、 $H_0 = 14.5 \text{ m}$ 、 $T = 18 \text{ sec}$ をえた。海底摩擦及び水深変化による波高、周期の変化の計算結果を各区分点について示すと表-1のとおりである。表から分るように水深が 20 m より小さな 10 km 地点より岸側で急に波高が小さくなつて

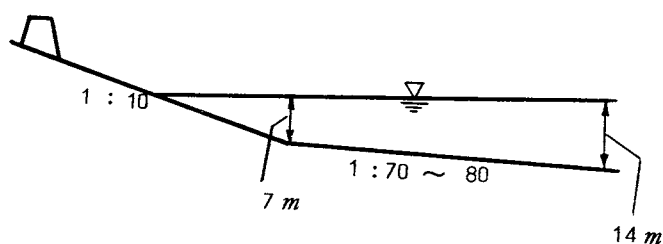
海岸からの 距離 (km)	1	3	10	15	20	30
H (m)	8.6	9.5	13.5	14.4	14.5	14.5
T (sec)	12.8	13.5	16.9	17.8	18.1	18.0

いて、この大部分は海底摩擦による波のエネルギーの減少に起因するものである。田子浦海岸では、海底こう配が非常に急で、海岸から 1 km の地点では水深はほぼ 300 m もあり、また熊野海岸でも 1 km 地点で 20 m 以上、3 km 地点で 40 m、10 km 地点で 200 m もあるので、深海波は海底摩擦の影響をほとんど受けることなく、海岸の近おまで伝播して砕波を生ずる。すなわち海底こう配の大きなによつて海岸近くへ伝播してくる波の大きさに著しい差異が生ずる。

つぎに砕波点から堤防までの距離が長いほど、他の条件が同じであれば、堤防上への波のうちあげ高や波力が小さくなり安全である。すなわち海底こう配が緩く、また堤防の位置が陸側に後退するほど、堤防高、断面が小さくてすむわけである。前記の伊良湖付近の海岸についてこの関係を検討してみよう。この海岸の沖合 1 km くらいの間の海底地形は図-3に示すと

おりで、水深 7 m くらいまでは 1/10 こう配で、それより沖側では 1/70 ~ 1/80 のこう

図-3



配である。

著者等は先

に天龍川河

口左岸側（

龍用海岸）

の海岸堤防

の高さをき

めるための

模型実験を

行なつた。

この場合の

海岸地形は

汀線より陸

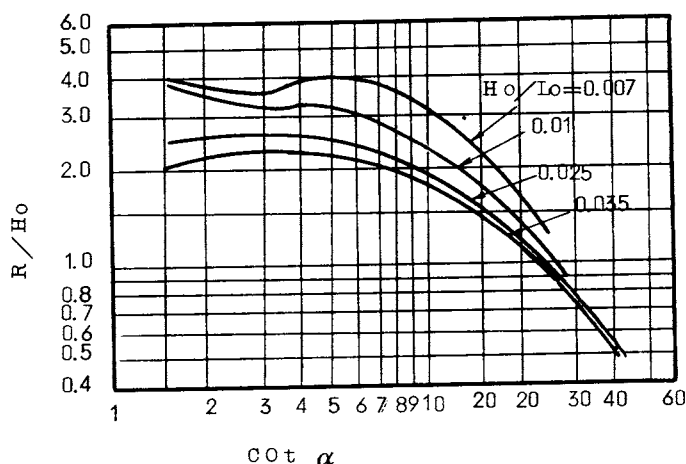
側の浜こう

配は $1/20$

汀線より水深 6 m の所までは $1/6$ 、それより沖側では $1/70$ の海底こう配である。伊良湖海岸の地形はこれとやや異なるが、実験結果はほぼ同じと考えられるから、龍洋海岸の実験結果の図-4を用いることにする。いま相当深海波高（碎波点付近における計算高を深海波高に換算したもの）を、 $H'0 = 8.0\text{ m}$ 、 $T = 13.1\text{ sec}$ とすると、 $L0 = 1.56T^2 = 266\text{ m}$ で、 $H'0/L0 = 0.03$ である。碎波指標曲線を用いて碎波水深を求めると $d_b = 10.8\text{ m}$ となる。堤防が汀線より 80 m 陸側にある場合を考えると、図-4を用いて $R/H'0 \doteq 1.1$ となり、 $R \doteq 1.1 \times 8.0 = 8.8\text{ m}$ となる。つぎに汀線からの距離が 40 m の場合を求めると、 $R/H'0 \doteq 1.3$ 、 $R \doteq 10.4\text{ m}$ である。また汀線より 20 m の所に堤防がある場合には、 $R/H'0 \doteq 1.4$ 、 $R \doteq 11.2\text{ m}$ となる。

つぎに龍洋海岸では、堤防の位置は汀線からほぼ 110 m 陸側にあるのでうちあげ高は小さい。伊勢湾台風時にこの付近に発生したと思われる波を用いて、図-4からうちあげ高を求めると、 $R = 3.5\text{ m}$ となる。天竜川を挟んで竜洋海岸の反対側にある浜松海岸では、海底地形はほぼ

図 - 4



竜洋海岸と同じであるか、堤防位置が汀線よりわずか 10 m くらいしか陸側に寄っていないので、うちあげ高は非常に高くなる。したがって堤防高が著しく高くなるので、堤高は竜洋海岸と同じく $T, P + 6.42\text{ m}$ とし、その代り堤防前面に消波工を置いている。つぎに田子浦海岸では、汀線より陸側の浜こう配は $1/20$ で、汀線より沖側では $1/6$ こう配がずっと続いていて、深海波がほとんどそのままの大きさを海岸付近へ伝播してくる。堤防の位置は汀線より約 170 m 陸側にあるのであるが、波が大きいので（設計波は、伊勢湾台風時に駿河湾内に生じたと推定される。 $H_0 = 14.0\text{ m}$, $T = 18\text{ sec}$ を用いた）うちあげ高も大きく、著者等が行なつた模型実験によれば $R \approx 11\text{ m}$ となつた。

以上のように、海底こう配の大きさと堤防の設置位置とによつて、波のうちあげ高が著しく変ることを実例について調べてみたわけである。熊野市以西の熊野灘沿岸は海底こう配が約 $1/6$ で非常に急で、深海波も大きいのでうちあげ高が高い。駿河湾内では、田子浦付近は海岸線に直角方向が $S \sim SSW$ であつて大きな波の方向と一致し、しかも海底こう配が非常に急であるので、うちあげ高はこの付近が最も大きい。ここから東へ行くにしたがつて波の屈折の影響を受けるから、設計波をやや小さくともよく、またここから西側へ清水付近までは、屈折の影響がかなりあるのと海底こう配がやや緩になるために波が小さくなり、さらに清水と御前崎の間では海底こう配が緩く、また $S \sim SSW$ 方向の波に対しては屈折のために波高が小さくなる。つぎに伊良湖岬から東へ行くにつれて 20 m 等深線と汀線との距離が少しずつ短くなり、浜名湖付近から御前崎まではほぼ同じである。伊良湖と御前崎の間では、局所的にはかなり違つた地形が見られる所もあるが、大体において緩こう配の海底地形がほぼ同じ状態で続いていると考えてよい。

以上で設計波、海底こう配、堤防位置について若干の考察を行なつたのであるが、設計波をきめる上にもう一つ大切なことは、大きな波が必ずしも大きなうちあげ高を与えるとは限らないということである。すなわち大きな波ほど汀線より遠い所で碎波し、碎波点と堤防位置との距離が大きいからであつて、海底こう配が緩やかな場合にはとくにこの傾向が現われる。したがって設計波としては、深海域における最大の有義波よりも小さな波の方が、他の条件が同じであれば、大きなうちあげ高を与えることがある

ので、いろいろの大きさの波について検討してみることが必用である。

なお、富山県、石川県、鳥取県の海岸についても、発生する波の大きさや、堤防構造に対する海底地形の影響を調べた結果、これらの海岸でも海底こう配やその他の海底地形が構造物の災害に密接な関係をもっていることを見いだすことができた。

たとえ隣接海岸であつても海底地形が著しく異なる場合が非常に多く、しかもこれらの地形が安定している場合と不安定の場合とがあるので、海岸構造物を設計する場合にはこの点についてとくに注意することが肝要である。上記の海岸についての詳細な結果は紙数の関係上割愛するが、改めて別の機会に報告したい。

参考文献

- 1) 水理公式集 P 5 0 0、図－3.9(2)
- 2) 水理公式集 P 5 2 4～5 2 5
- 3) 水理公式集 P 4 8 2、図－2.2 2
- 4) 第9回海岸工学講演会講演集(1962) P 1 4 8、図－1 2