

砂浜の消波埋没対策工に関する実験的研究

東京水産大学 加納 敬
三柱ブロック(株) 浅岡 力
三柱ブロック(株) 大塚明人

はじめに

近年、波の激しい砂浜の汀線付近に設置された消波ブロックの砂中への沈下及び埋没が大きな問題となってきた。特に、新潟海岸では水深3 mの個所に設置された消波ブロックが一冬の間に4 m程度も沈下したことが観測されている。このような沈下埋没の原因としては漂砂の堆積やブロック底部の局所洗掘などが考えられるほか、最近では波浪によって海底地盤に液状化が生じ、このことが沈下の一因になっているものとも考えられるようになっている。このような沈下、埋没に対してコマブロックが考案され、テストの結果有効であることが確認され、広く紹介されているが、著者らはフレキシブル及びリジッドな下敷を敷くだけである程度の沈下を防げるものと考え、模型実験を行なった。

1. 実験の概要

実験は図1に示すような三柱ブロック及び図2に示すようなメガロックに対して行なった。模型の縮尺はともに1/6.7とした。模型の重量はともにフルードの相似律による重さの縮尺にしたがい、三柱ブロックが12.5kgメガロックが13.35 kg に調整した。

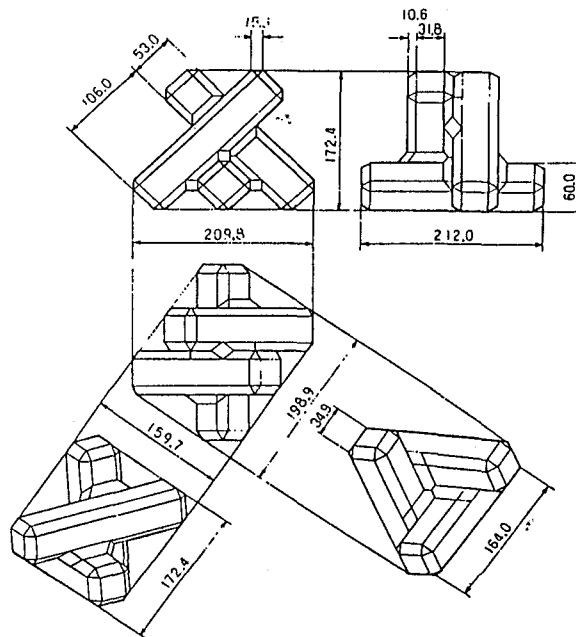


図1 三柱ブロック

これらのブロックを1.5m×1.5m、深さ80cmの水槽に作成した砂面上に置き、水波をあてた。砂面は図3のよう作成した。図3においてIの部分はい目合い0.5mmのふるいを通した砂を用い、IIの部分通常のコンクリート用細骨材を用いている。図の左の線は造波板であり、単ヒンジフラッター型の造波装置を自作した。装置で発生させた波は水槽の寸法からの制約もあって、三柱ブロックに対しては波高2.8cm、周期1.12秒、メガロックに対しては波高3.2cm、周期1.14秒とした。沈下量はブロックに目盛りを付け、レベルで測定した。また、ブロック中央の砂中5.0cmに間隙水圧計を埋設し、間隙水圧の変動をみた。

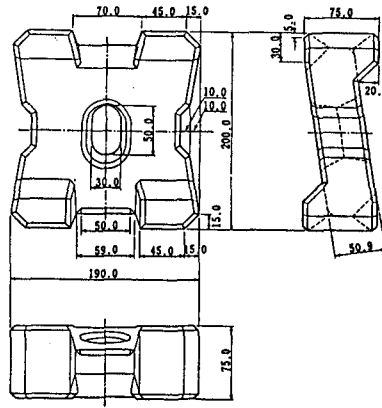


図2 メガロック

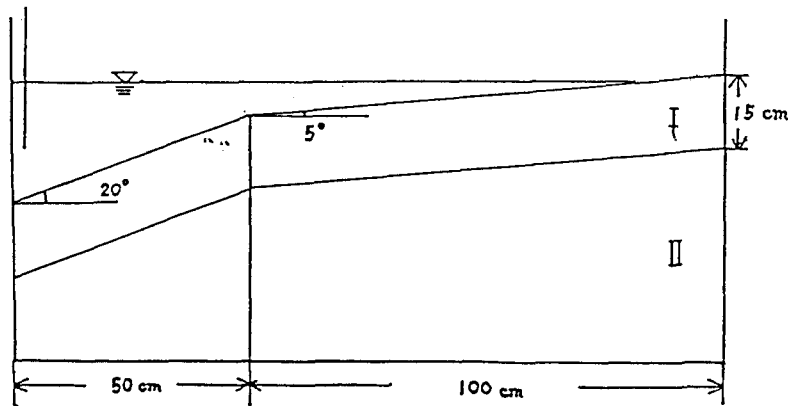


図3 水槽内部の縦断面図

2. 実験の結果

まず、ブロックをそのまま砂面上に置き、水波だけを当てたときの沈下の状況を図4及び図5に示す。これらの図から沈下はブロック前面の方が大きく、これは実験においては波が小さかったこともあるが、沈下にはブロックによって生じる渦流による局所洗掘が支配的であろうということが推察されよう。このとき間隙水圧計の値は数グラム程度の値を示したにとどまり、じっさいには効果を与えられ間隙水圧あるいはその変動も模型においては効果を与えないことが分かったので以後は間隙水圧計の埋設はしなかった。そしてすでに述べたように起こせる波が小さかったので、さらに大きな波圧を加えるために造波板にバネをとりつけて水波を当てるとともに付加的な力を加えた。バネの強さは波高2.0mの波が入射したときの波圧をストローク4.0cmで生ずるようなバネ、すなわちバネ定数が $k=6.31\text{kg/cm}$ のものと、これより弱い $k=3.5\text{kg/cm}$ のものにより実験を行なった。その結果の沈下量を図6及び図7に示す。この結果、水波だけの場合には三柱ブロックもメガロックも沈下量に大差はなかったが波圧を加えてやると角張りの多い三柱ブロックの方が大きく沈下することが分かった。これらのことからブロックの下に何かを敷いてやれば、なみの打ち上げによる渦流の効果で起こる局所洗掘が防止できるとともにブロックの角や端の影響で起こる沈下が軽減できるように思われたのでフレキシブルなシートとリジッドな板を材料に選んでそれぞれについて同じような実験・測定を行なった。フレキシブルシートは厚さ3.5mmのゴムシートを用い、リジッドな板としては同じく厚さ3.5mmのベニヤ化粧板を用いた。これらをともに半径33cmの円形に切り出して、両ブロックをそれぞれ針金で下敷に固定した。このときの実験における沈下量は図8及び図9に示す。

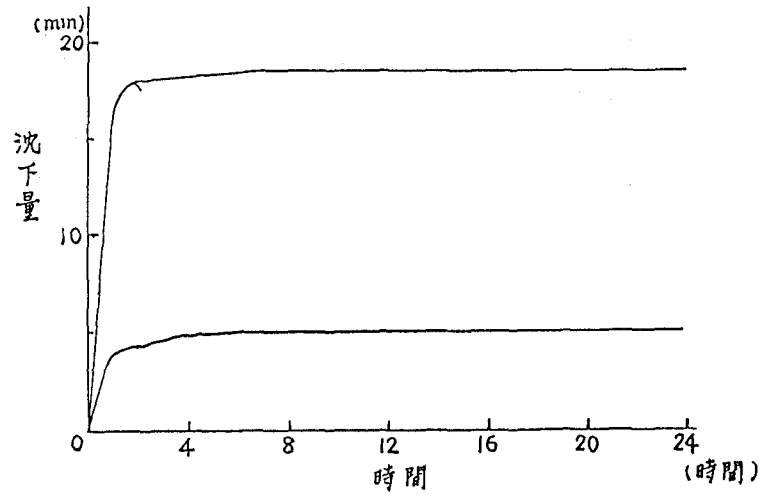


図4 水波のみを当てたときの三柱ブロックの沈下量

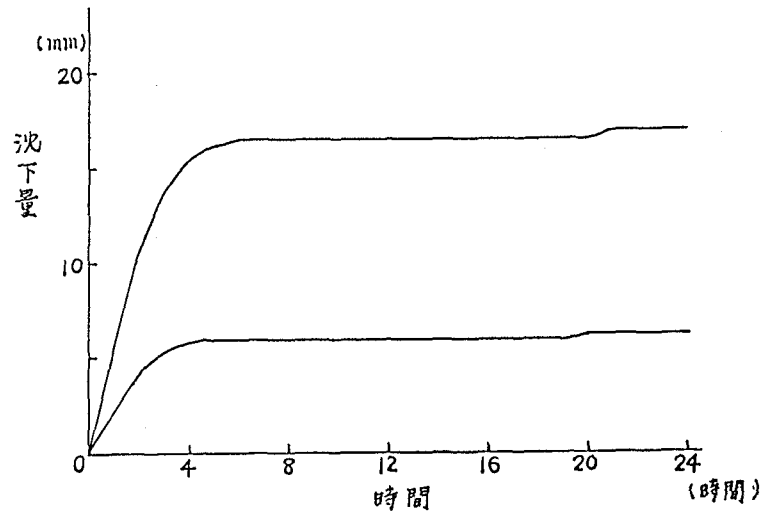


図5 水波のみを当てたときのメガロックの沈下量

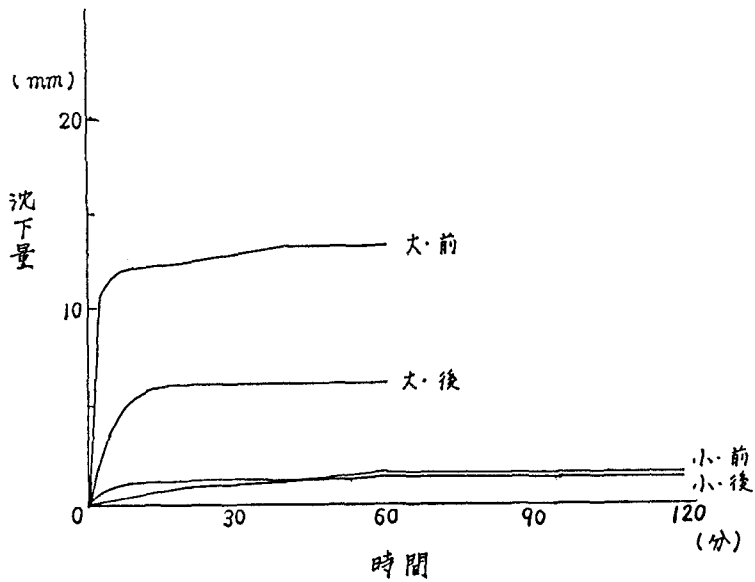


図6 水波とともにバネで力を加えたときのメガロックの沈下量

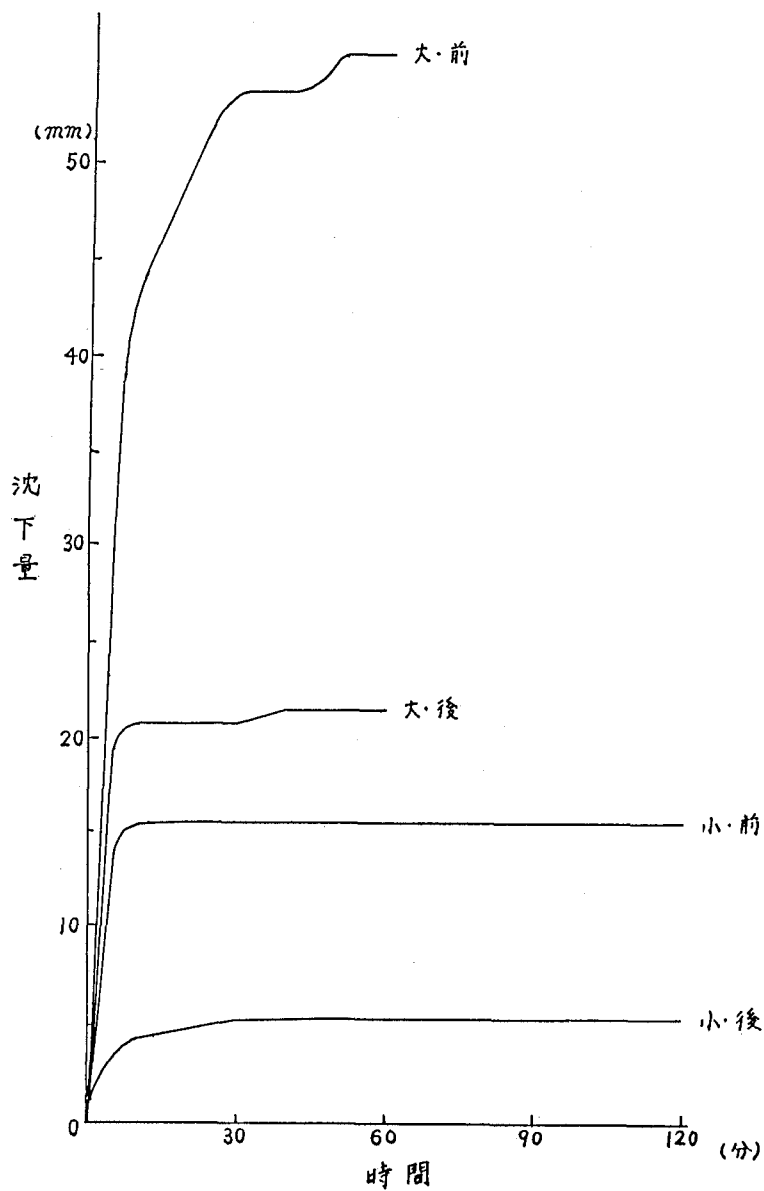


図7 水波とともにバネで力を加えたときの三柱ブロックの沈下量

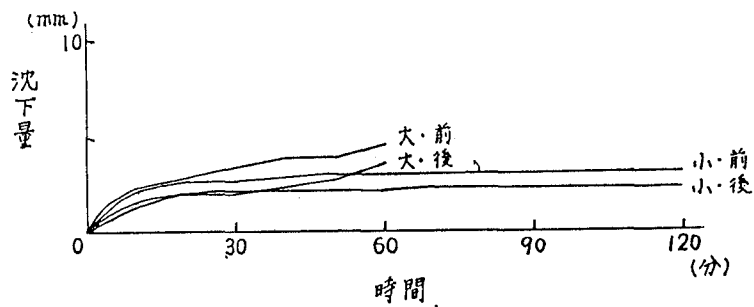


図8 水波とともにバネで力を加えたときの下敷付き三柱ブロックの沈下量
(a) ベニヤ板

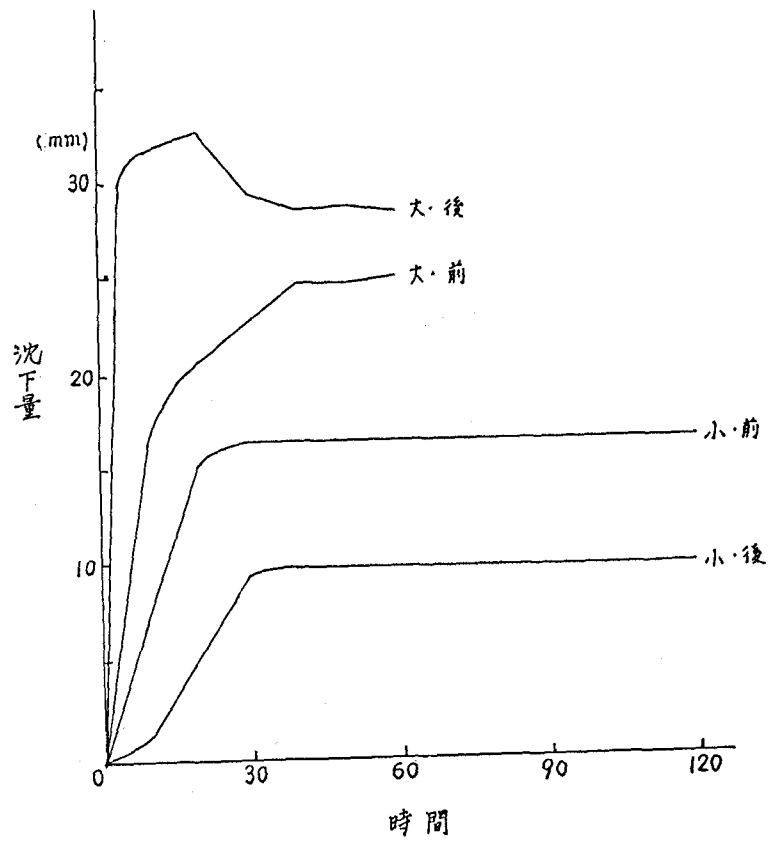


図8 水波とともにバネで力を加えたときの下敷付き三柱ブロックの沈下量
(b) ゴムシート

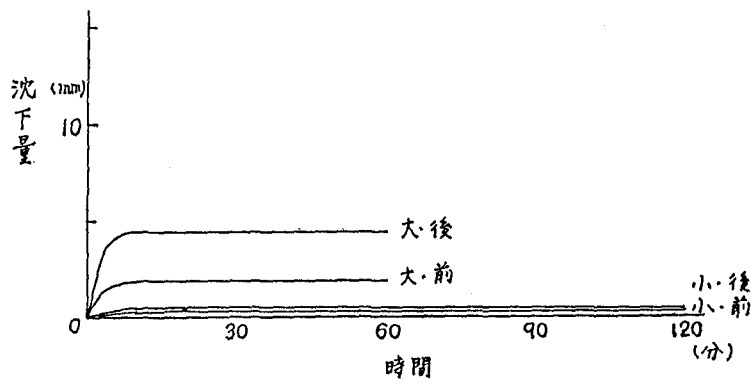


図9 水波とともにバネで力を加えたときの下敷付きメガロックの沈下量
(a) ベニヤ板

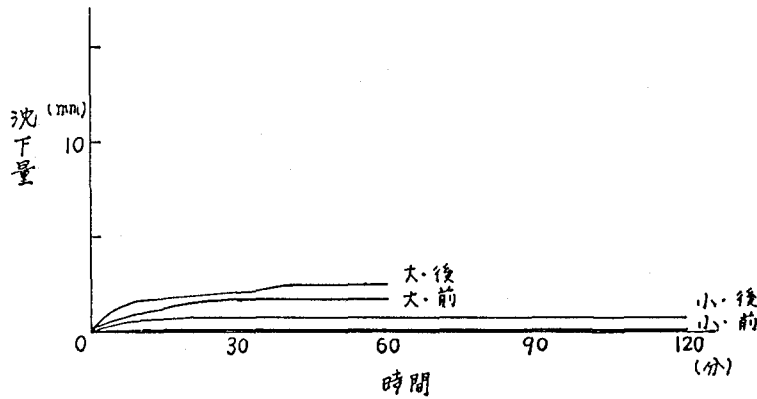


図9 水波とともにバネで力を加えたときの下敷付きメガロックの沈下量
(b) ゴムシート

これらの結果から明らかにブロックに下敷を敷いてやれば沈下埋没に強くなることが分かる。三柱ブロックではゴムシートはさほどの効果を示していないがこれは底部が角張っているためにやはり多少の沈下が起こり、その結果ゴムシートの端部が捲れ上がってさらに沈下が進むことが分かった。ただし、メガロックでは接地圧が小さくなるためにゴムシートで十分な効果があげられ、砂面の形状ともよく馴染んでいた。一方ベニヤ板は両ブロックともに十分な沈下防止の効果があがっており、滑動防止やブロック同士の組合せや崩落防止のためにつくられたと思われる突起のある形状が逆に沈下に対して弱くなることが分かった。したがって、接地圧を軽減することが沈下対策として有効であり、リジッドな板に乗せてやれば接地圧が小さくなり、沈下が軽減される。なお、接地圧が小さいようなブロックではフレキシブルなシートの上に置くことによって沈下は軽減される。

3. 結論と今後の課題

以上の結果から、ブロックの沈下を抑えようとすればまず接地圧を小さくすることが必要となる。形状的に小さくすることも考えられなければならないが消波機能や安定して原位置に保たれている必要性などから形状を改良することができないことも考えられるので、すでに述べたようにリジッドな板を下に敷くことが有効となろう。接地圧が比較的小さいときにはフレキシブルなシートを敷いても良いであろう。ただしどの程度の接地圧ならばフレキシブルシートでも良いであろうかという臨界値は今回の実験では定めることができなかった。小規模な水槽しか使うことができなかったのが苦し紛れにバネなどを使わなければならなかったが、本来ならば十分大きな水波によって実験を行なわなければならなかったであろうが、この実験からでも沈下防止に有効と思われる方法が示唆されたものと考えられよう。さらに詳細な実験が必要となるが、波によるブロックの影響を軽減するために接地圧を小さくすることと、波による流れがブロックを流れすぎるときに生ずる渦を砂と接触させないようにして局所洗掘を防ぐことが有効であると考えられる。