

II-330 締固めた捨石マウンドの沈下量の実績について

鹿島建設（株）

正会員

菊池 建二

鹿島建設（株）

〇正会員

大谷 義信

鹿島建設（株）；鹿島・五洋・東亜・不動（共）

伊集院久光

1. まえがき

世界で初めての洋上石油備蓄方式である上五島石油備蓄工事において1隻88万KL（長さ390m、幅97m、高さ27.6m）の石油貯蔵船5隻を係留するためのドルフィン（長さ57m、幅24m、高さ33.5m—図-1）およびその基礎である捨石マウンド（層厚3.5m～12.5m）11基を構築した。その捨石マウンドは当工事で開発された捨石投入均し船による投入、重錘による捨石マウンドの締固め、基面均し船による最上層の仕上げなどの機械化施工により構築した。そこで、これらの一連の機械化施工の概要および締固められた捨石マウンド上に据付けられたドルフィンの沈下量の実績について報告する。

2. 捨石マウンド構築の概要

巨大な貯蔵船から受ける水平力はドルフィン1基当り設計最大荷重で2000tfであり、これを長期間安全に係留するために捨石マウンドは強固にし、沈下量、不等沈下量を極力小さくする必要がある。そこで機械化施工により次の手順で捨石マウンドを構築した。

①軟弱層を岩盤上面、もしくは岩盤上に約1m堆積した砂礫層上面まで浚渫。 ②捨石投入均し船による投入均し（図-2）。ベルトコンベア、シュート、均しホッパーの順に捨石（5～200kgf/個）を運び、所定の位置に投入、均す。台船は、幅5m、長さ20m投入する毎に移動させる。台船の位置決めや潮位変動への対応、均し面の仕上がり状況の把握などは光学機械やコンピューターを駆使しコントロールしている。 ③捨石の締固め（図-3）。捨石の将来の沈下量、不等沈下量を極力抑制するために1層厚3～4mに敷均した捨石層を水中重量36tf（面積3m×3m）の重錘により締固めを行なう。 ④基面均しとして20～80mm/個の碎石を基面均し機により凹凸±5cm以内に敷均す。この基面均し機は、幅11.5m、長さ41m敷均す毎に移動させる。

3. 捨石マウンドの沈下量の実績

以上の方法で施工された締固めた捨石マウンド上にケーソン式のドルフィンを構築した。ケーソン設置以後の沈下量、不等沈下量は以下になった。

(1) 沈下量

ケーソンを据付けてドルフィンが完成するまでに、ケーソン内への注水、砂の中詰、上部工コンクリート打設等により鉛直荷重は20tf/m²まで増加するが、ケーソン据付け時を原点としてドルフィン完成までの荷重—沈下量の関係を示すと図-5のようになり、完成時での沈下量は4～8cmであった。また、ケーソン据付け時からドルフィン完成以後も含めた、荷重—時間—沈下量の関係を示すと図-6のように

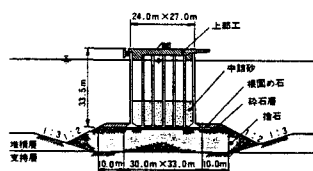


図-1 ドルフィン構造概要

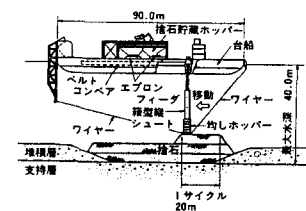


図-2 捨石投入均し船

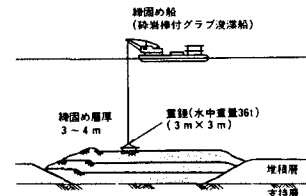


図-3 捨石の締固め

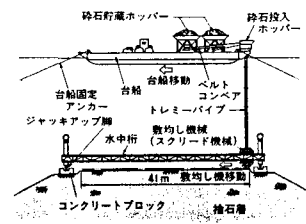


図-4 基面均し

5～10 cmであった。ドルフィン完成後は、鉛直荷重の増加はないが沈下量は1～2 cm増加し、その後はほぼ一定となった。これらの沈下量は一般の防波堤の1/10程度であり、軟弱層を浚渫したことにもよるが捨石を締固めながら構築した効果が十分にあったと思われる。

ここで、捨石マウンドの層厚と沈下量の関係を示すと図-7のようになり、層厚の差による沈下量の差はあまり見られなかった。これは捨石マウンド基面（平均厚約30 cmの碎石層）の仕上がり精度の凹凸がケーソン幅内で3～4 cmあり、ケーソン底面が荷重の増加とともに基面に十分なじむまでの沈下が層厚に関係なく一様に存在し、また全体の沈下量が小さく、このなじみによる沈下量の占める割合が大きいのではないと思われる。従って、そのなじみのためと思われる沈下量を差し引いた、いわゆる捨石マウンド本来の沈下量はわずかなものと思われる。

(2) 不等沈下量

ケーソン据付け時からの時間-不等沈下量を示すと図-8および図-9のようになる。図-8は、ケーソン据付け前の捨石マウンドの出来形精度による基面自体の傾きも含めた絶対量である。すなわち、ケーソンを据付けた時点でこの基面自体の全体的な傾きに応じた不等沈下が現われる。これらの初期の傾きから、基面自体の全体的な傾きの仕上がり精度は1～3 cm程度であることがわかる。この基面自体の出来形精度による傾きを含めた不等沈下の絶対量は2～4 cmである。一方、図-9は、ケーソン据付け前の基面自体の傾きを差し引き、ケーソン据付け時の傾きを0とし、それからの不等沈下量の増分を示したものでその値は0～2 cmとわずかである。

なお、ドルフィン完成後は不等沈下量の増分はほとんどない。ここで図-9において不等沈下が（-）となっているのは、ケーソン据付け前の基面自体の傾きの方向と反対方向に不等沈下量が増加したことを示す。

ここでこれらのドルフィンは昭和62年8月30日に瞬間最大風速58 m/secという数10年に1度という大型の、台風12号が来襲したが、その時点で貯蔵船3隻が空船状態で係留されていたにもかかわらずドルフィンの沈下量、不等沈下量の増分はほとんど見られなかった。

4. あとがき

捨石マウンドを重錘により締固めながら構築した場合の沈下量、不等沈下量を実績として把握することができたが、これらの量は締固め方や、基面凹凸の仕上がり精度等の施工面に左右される要素が多いと思われる、事前に理論的に求めるには不確定要素が多い。また、締固めた捨石マウンドの支持力は一般の捨石より大きくなるものと思われるが、どの程度まで大きくなるかを確認することは容易ではない。これらを合理的に評価できるようにすることは今後の課題である。

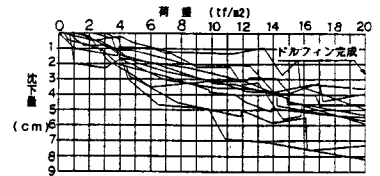


図-5 ドルフィン完成までの荷重-沈下量

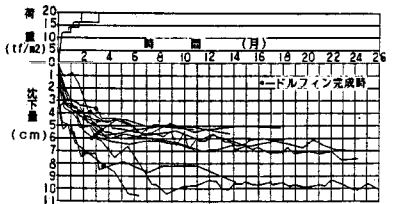


図-6 荷重-時間-沈下量

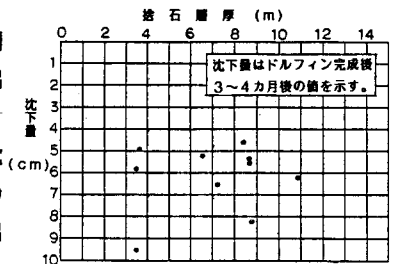


図-7 捨石層厚-沈下量

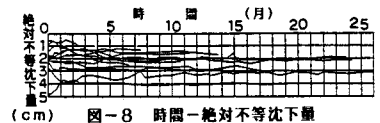


図-8 時間-絶対不等沈下量



図-9 時間-増加不等沈下量