

7.5.3 吸い出し

(1) 構造物の背後地盤の土砂の吸い出しにより施設の安定性を損なうおそれがある場合には、当該施設の構造形式を考慮して、適切な吸い出し防止対策を講ずる必要がある。土砂の吸い出しは、マウンドを透過した波、ケーソンとケーソンの間の目地を通して作用する波、あるいは越波によって、埋立土砂が吸い出されることによって発生する。このような土砂の吸い出しでは、土砂が徐々に運び去られるため、埋立砂内部に空洞が発生する場合がある。このような空洞が発生すると、重大な陥没等に至る可能性があるため、注意する必要がある。また、マウンド透過波が大きい場合には、マウンド透過波の揚圧力によって埋立砂がボーリングし、甚大な被害に至る場合がある⁵⁶⁾⁵⁷⁾。

(2) 吸い出し対策工

ケーソン背後には土圧軽減を目的として、裏込石を設置する場合がある。裏込石の斜面には防砂布やマット類が敷設され、その上に埋立砂が設置される。ただし、防砂布やマット類に耐久性の問題がある場合は、マウンド透過波や潮汐によって破損し、その後、埋立砂が裏込石内に自然落下、あるいは吸い出されることにより、埋立砂内部に空洞が発生することがある。したがって、防砂布、マット類の施工には十分注意する必要がある。

~~これ以外にも、フィルタールール（〔施〕第4章3.3 重力式防波堤（傾斜堤））にそって、裏込石から埋立砂にかけて徐々に石の粒径を小さくして設置することもある。また、粒径の小さい意志と防砂布、マット類の組み合わせをする場合もある。~~

吸い出しを安定的に抑止する方法としてフィルター層の敷設が挙げられる^{57-1) 57-2)}。フィルター材は均一粒径ではなく一定以上の配合粒度であることが望ましい。例えば、港湾資材として用いられるクラッシュラン C40 などは均等係数3以上の配合粒度のよいフィルター材と言える。構造物の背後地盤における土砂の吸い出し抑止のためのフィルター材の選定には次式を用いることができる。

$$D_{F50}/D_{S50} \leq 20 \quad \text{または} \quad D_{F15}/D_{S85} \leq 5 \quad (\text{ただし、} U_{cf} \geq 3) \quad (1)$$

ここに、

U_{cf} : フィルター材の均等係数

D_{F50} : フィルター材の中央粒径

D_{S50} : 埋立砂の中央粒径

D_{F15} : フィルター材の 15% 粒径

D_{S85} : 埋立砂の 85% 粒径

この際、埋立砂の均等係数も $U_{cs} \geq 3$ の場合には、 $D_{F50}/D_{S50} \leq 25$ が適用できる⁵⁷⁻¹⁾。また、フィルター材の均等係数 $U_{cf} < 3$ の場合でも、埋立砂の均等係数 $U_{cs} \geq 3$ の際は、 $D_{F50}/D_{S50} \leq 22$ を用いることができる⁵⁷⁻¹⁾。フィルター層は、一般に、2層構造以上のフィルター層とすることで裏込石に対する安定性を確保する。フィルター層の1層の厚さは 30cm 以上あれば良い⁵⁷⁻¹⁾⁵⁷⁻²⁾。裏込石とフィルター層の粒径比によっては、上記関係を満たすことを確認した上で、1層のフィルター層で裏込石に対する安定性を図ることができる。なお、岩ずり等、 $U_{cf} \geq 10$ の材料⁵⁷⁻³⁾をフィルター材として使用する場合には、細粒分が多く含まれていないことに留意する。また、フィルター層の敷設に際しては、施工中に作用するマウンド透過波や越波、水域内の発生波に対する安定性に留意する。フィルター層は、防砂布、マット

類と組み合わせをする場合もある。

液状化対策等で用いられる固化材が吸い出し抑止に適用される場合がある。通常、固化した材料は吸い出しを受けないが、薄い層の場合、動的外力や変形下で亀裂やクラックが生じ、砂が吸い出される可能性があり、注意が必要である。

なお、吸い出し抑止材は、臨海部で生じる地震・波・流れ等の多様な動的外力下で吸い出しを安定的に抑止する変形追随性のある材料を選定することが重要である⁵⁷⁻¹⁾⁵⁷⁻²⁾。

ケーソンとケーソンの間の目地には、防砂板が設置される場合が多いが、目地での波圧はケーソン前面に働く波圧と変わらないため、これも耐久性の無いものは破損しやすい。また、砂は防砂板とケーソンの隙間から漏れ出しやすいため、ケーソン背後に埋立砂を直接設置すると、目地からの砂の吸い出しが多くなるため、好ましくない。

ケーソン間目地の透過波に起因する吸い出し及び陥没抑止には、作用外力としての目地透過波を低減する手法⁵⁷⁻⁴⁾⁵⁷⁻⁵⁾や遮水する手法⁵⁷⁻⁶⁾も有効である。