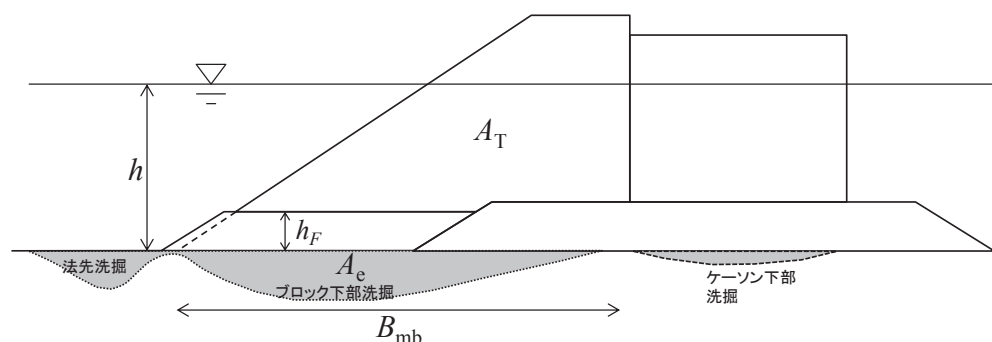
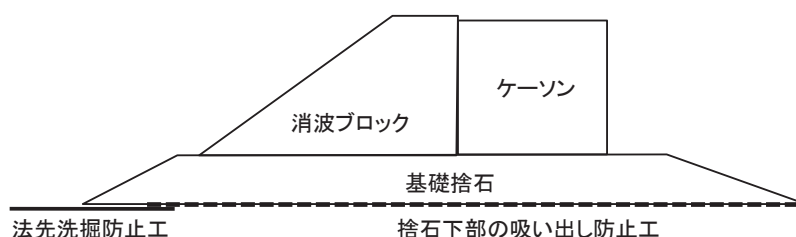




図－7.5.8 洗掘量の定義（式(7.5.1)は消波ブロック下部の洗掘のみを対象としている）

洗掘は数千波の作用で最大値に落ち着く傾向にあり、式(7.5.1)で推定される洗掘量はその最大値である。また、洗掘は周期の長いうねり性波浪で顕著であり、波高が小さな波でも周期が大きい場合には洗掘が大きくなる場合がある。

消波ブロック被覆堤における洗掘が発生すると判断される場合には、対象施設の種類や規模、施工の難易度や工期、経済性や過去の実施例等を参考として事前対策工の検討を行い、事後対応による対処可否も含め、適切な対応方策について選定する必要がある。また、洗掘防止工は図－7.5.9に示すように消波ブロックののり先からケーソン背後までの敷設を基本とする。のり先洗掘防止工としてはマット類などの洗掘防止工を敷設する方法があり、別途考慮する必要がある。



図－7.5.9 洗掘防止工

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。

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。

$$D_{F50}/D_{S50} \leq 20 \quad \text{または} \quad D_{F15}/D_{S85} \leq 5 \quad (\text{ただし、} U_{cf} \geq 3) \quad (7.5.3)$$

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従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。

7.6 海浜変形予測

海浜の変形を予測する場合には、適切な手法を用いた予測結果及び現地における過去の海浜変形の状況等を考慮し、総合的に検討すべきである。海浜の変形を予測する方法としては、(1) 経験工学的予測、(2) 水理模型実験（特に移動床模型実験）による予測、(3) 数値シミュレーションによる予測があるが、海浜の変形状況は当該地域の特性に支配される面が強いため、1つの予測手法だけに頼るのは適切でなく、可能な限り多くの現地の情報を総合的に検討して海浜の変形を予測することが必要であり、二つ以上の予測手法を組み合わせ用いることが望ましい。

7.6.1 経験工学的予測

経験工学的手法は、過去に生じた対象海岸とは異なる海岸での海浜変形の事例を整理解析し、対象海岸に設置される施設の配置形状や構造の特徴と過去の事例との類似性を考慮して、新たな施設の設置後に生じ得る海浜変形を類推する方法である。施設の設置に伴う複雑な地形変化を、数多くの海岸における施設築造の実施例から類型化し、より一般的な地形変化特性を見いだす研究が田中⁵⁸⁾ によってなされている。その結果によると、我が国の港湾周辺の地形変化は典型的ないくつかのパターンに分類することができ（図-7.6.1）、例外的事例は比較的少数にすぎない。したがって、図-7.6.1のパターンを対象海岸と対比することにより、定性的な海浜変形予測が可能になる。

経験工学的予測手法は、現地スケールの実績に基づいているため、概略の推定には強力な手法ではあるが、それは海浜変形をパターン化してとらえる一面があるため、定量的な議論は不可能である。

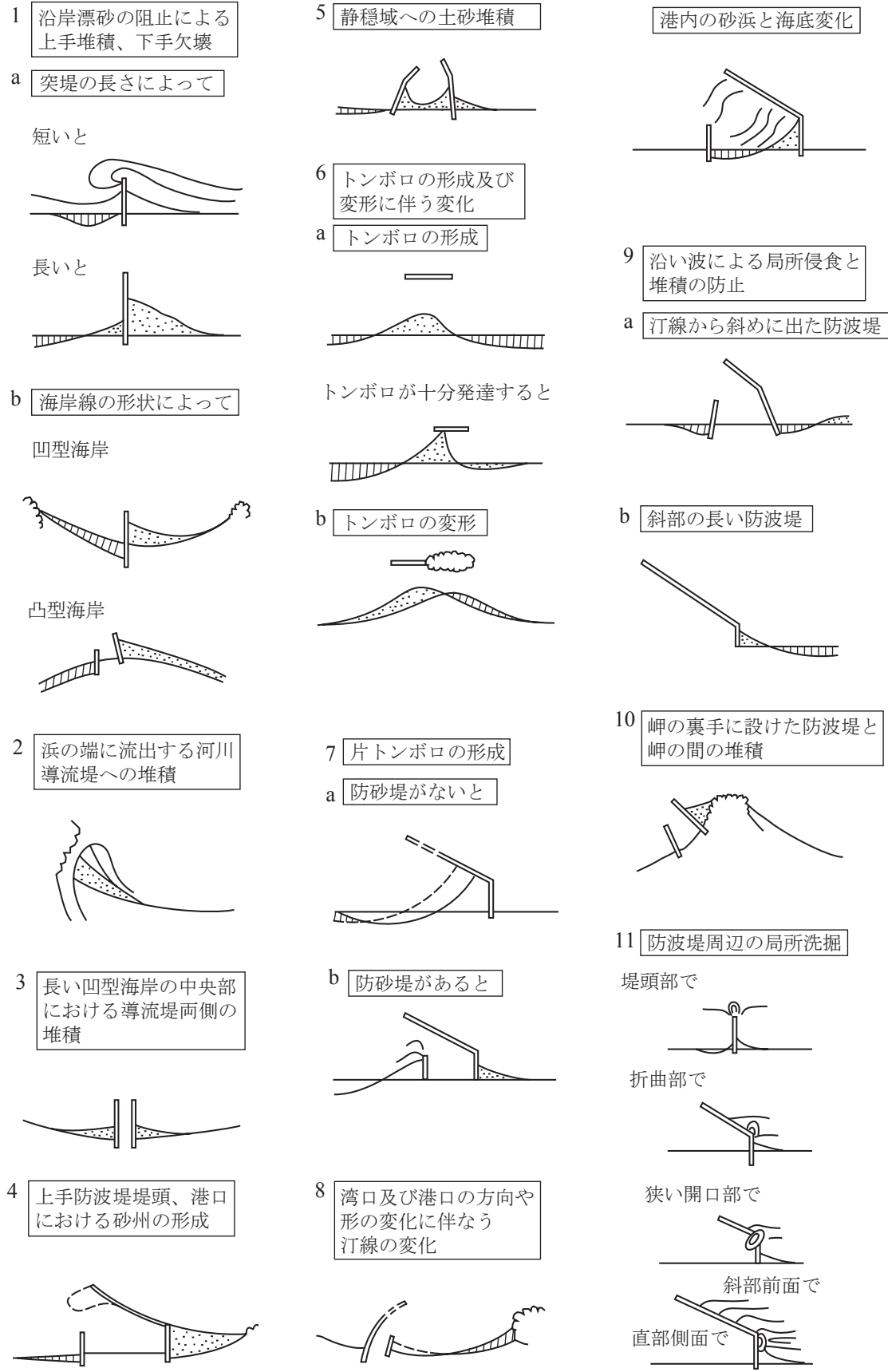


図-7.6.1 施設による地形変化パターンの分類