

改訂前	改訂後
<p style="text-align: center;">第 16 編 増殖場</p> <p style="text-align: center;">第 2 章 着定基質</p> <p>2.1 着定基質の要求性能</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>藻場礁としての着定基質の要求性能は、設置状況に応じて、以下の要件を満たしていることとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 対象生物を着定させることができるよう適切なものとする。 波、流れ等の作用に対して構造上安全なものとする。 保護育成礁にあつては、前 2 項のほか、以下の要件を満たしていること。 対象生物の餌場、生息場、産卵場、逃避場等として、適切なものとする。 特に対象生物の保護を目的とする保護育成礁にあつては、漁具によるけん引等の作用に対して構造上安全なものとする。 <p>干潟・浅場の要求性能は、設置状況に応じて、以下の要件を満たしていること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 対象生物の生息に適した水深及び海底勾配を維持することができるよう適切なものとする。 対象生物の生息に適した底質を維持することができるよう適切なものとする。 対象生物の生息に適した海水交換ができるよう適切なものとする。 </div> <p>着定基質は、増殖場として整備される生息場の総称であり、藻場礁、保護育成礁及び干潟・浅場に大別される。着定基質の種類を分類すると、図 16-2-1 のようにまとめられる。</p> <p>藻場は、一般にはアマモ等の砂泥性の海草類を含む大型海産植物が繁茂する場の総称であるが、藻場礁は岩などの硬い基質面に着生する大型海藻を対象とする着生基質として設置される。また、藻場礁の目的としては、①コンブ、ワカメ、ヒジキなどの食用海藻の生産、②海藻を餌とするアワビ、ウニ、サザエなどの水産有用種の餌料環境の改善、③藻場を産卵場、生息場とする魚介類の増殖などがある。</p> <p>保護育成礁は、大型海藻以外の水産生物の増殖基質として、または漁業活動等に対して天然の生息場を保護するために設置する構造物である。</p> <p>干潟・浅場は、砂泥性の水産生物の生息場として面的に造成される砂泥域増殖場であり、潮間帯の干潟のほか、アマモ場などの水深の浅い潮下帯砂泥域を含む。</p> <p>藻場礁と保護育成礁は、石材、コンクリートブロック、鋼材などから構築され、増殖対象種である海藻の生育場また水産動物の産卵場、餌場、隠れ場などを造成または保護するために設置される。これらは波・流れに対して静的に安定であることを原則とする。これに対して、干潟・浅場の基質は、一般に粒径の細かい砂であり、短期間な砂面変動があっても動的安定が保たれていることを原則とする。</p> <p>着定基質は、増殖対象生物の生態的適地条件を考慮して整備することを原則とする。生態的適地とは、必ずしも対象生物の生理的適地に一致しない。むしろ、食害生物や競合生物の生息に適しない環境的に厳しい場であることがある。そのような場では、対象生物の分布の制限要</p>	<p style="text-align: center;">第 16 編 増殖場</p> <p style="text-align: center;">第 2 章 着定基質</p> <p>2.1 着定基質の要求性能</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>藻場礁としての着定基質の要求性能は、設置状況に応じて、以下の要件を満たしていることとする。</p> <ol style="list-style-type: none"> 対象生物を着定させることができるよう適切なものとする。 波、流れ等の作用に対して構造上安全なものとする。 保護育成礁にあつては、前 2 項のほか、以下の要件を満たしていること。 対象生物の餌場、生息場、産卵場、逃避場等として、適切なものとする。 特に対象生物の保護を目的とする保護育成礁にあつては、漁具によるけん引等の作用に対して構造上安全なものとする。 <p>干潟・浅場の要求性能は、設置状況に応じて、以下の要件を満たしていること。</p> <ol style="list-style-type: none"> 対象生物の生息に適した水深及び海底勾配を維持することができるよう適切なものとする。 対象生物の生息に適した底質を維持することができるよう適切なものとする。 対象生物の生息に適した海水交換ができるよう適切なものとする。 </div> <p>着定基質は、増殖場として整備される生息場の総称であり、藻場礁、保護育成礁及び干潟・浅場に大別される。着定基質の種類を分類すると、図 16-2-1 のようにまとめられる。</p> <p>藻場は、一般にはアマモ等の砂泥性の海草類を含む大型海産植物が繁茂する場の総称であるが、藻場礁は岩などの硬い基質面に着生する大型海藻を対象とする着生基質として設置される。また、藻場礁の目的としては、①コンブ、ワカメ、ヒジキなどの食用海藻の生産、②海藻を餌とするアワビ、ウニ、サザエなどの水産有用種の餌料環境の改善、③藻場を産卵場、生息場とする魚介類の増殖などがある。</p> <p>保護育成礁は、大型海藻以外の水産生物の増殖基質として、または漁業活動等に対して天然の生息場を保護するために設置する構造物である。</p> <p>干潟・浅場は、砂泥性の水産生物の生息場として面的に造成される砂泥域増殖場であり、潮間帯の干潟のほか、アマモ場などの水深の浅い潮下帯砂泥域を含む。</p> <p>藻場礁と保護育成礁は、石材、コンクリートブロック、鋼材などから構築され、増殖対象種である海藻の生育場または水産動物の産卵場、餌場、隠れ場などを造成または保護するために設置される。これらは波・流れに対して静的に安定であることを原則とする。これに対して、干潟・浅場の基質は、一般に粒径の細かい砂であり、短期間な砂面変動があっても動的安定が保たれていることを原則とする。</p> <p>着定基質は、増殖対象生物の生態的適地条件を考慮して整備することを原則とする。生態的適地とは、必ずしも対象生物の生理的適地に一致しない。むしろ、食害生物や競合生物の生息に適しない環境的に厳しい場であることがある。そのような場では、対象生物の分布の制限要</p>

改訂前	改訂後
<p>因について限界条件を把握したり、増殖場の造成予定地周辺にある良好な天然生息場の環境を事前に調査したりすることを原則とする。</p> <p>なお、増殖場造成に関連する水産動植物の生物学的特性、生育環境・生息場の好適条件、繁殖生態及び害敵生物などに関する知見は、「資料 2.13 水産生物の環境条件」に示されている。</p> <div data-bbox="350 409 1335 798" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">図 16-2-1 着定基質の種類</p>	<p>因について限界条件を把握したり、増殖場の造成予定地周辺にある良好な天然生息場の環境を事前に調査したりすることを原則とする。</p> <p>なお、増殖場造成に関連する水産動植物の生物学的特性、生育環境・生息場の好適条件、繁殖生態及び害敵生物などに関する知見は、「資料 2.13 水産生物の環境条件」に示されている。</p> <div data-bbox="1558 409 2543 798" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">図 16-2-1 着定基質の種類</p>
<p>2.2 藻場礁</p> <p>2.2.4 藻場礁の安定質量</p> <p>藻場礁の安定質量については、波、流れによる流体力に対する施設の安定性を考慮して適切に算定することを原則とする。</p> <p>藻場礁に用いる着定基質の材料は、主に石材やコンクリートブロックである。その安定質量については、石材等をマウンド状に積み上げる場合は、「第2編 4.4 波力に対するブロック等の安定質量」を参照し、1 段から 2 段程度で設置する場合は、以下の方法で算定することができる。</p> <p>なお、水理現象が複雑な箇所に設置する着定基質の安定質量の決定にあたっては、必要に応じて水理模型実験を行うことが望ましい。</p> <p>(1) 設計流速の算定</p> <p>藻場礁の安全性の照査に用いる設計流速には、以下の砕波の影響を受ける領域と受けない領域によって異なる算定値を用いることができる。ここに、砕波の影響を受ける領域と受けない領域は「第 2 編 3.5.3 不規則波砕波を考慮した水深のみによる波高の変化」の波高変化図（図 2-3-12）中に示されている 2%減衰線の左側と右側の領域である。</p> <p>① 砕波の影響を受ける領域</p> <p>砕波の影響を受ける領域では、海水の動きは長周期波、波による質量輸送により極めて複雑であるが、波による岸向の波動流速が卓越することから、実用的には、その波動流速を設計流速とすることができる。砕波の影響を受ける領域での波動流速は、式 16-2-1 または式 16-2-2¹⁴⁾及び式 16-2-3 により算定してもよい。</p>	<p>2.2 藻場礁</p> <p>2.2.4 藻場礁の安定質量</p> <p>藻場礁の安定質量については、波、流れによる流体力に対する施設の安定性を考慮して適切に算定することを原則とする。</p> <p>藻場礁に用いる着定基質の材料は、主に石材やコンクリートブロックである。その安定質量については、<u>石材を積み上げて水深を浅くする場合は</u>、「第2編 4.4 波力に対するブロック等の安定質量」を参照し、<u>石材等を積み上げずに</u>設置する場合は、以下の方法で算定することができる。</p> <p>なお、水理現象が複雑な箇所に設置する着定基質の安定質量の決定にあたっては、必要に応じて水理模型実験を行うことが望ましい。</p> <p>(1) <u>設計に用いる最大流速波形の算定</u></p> <p>藻場礁の安全性の照査で想定する波動流は、「第 15 編 2.4.2 (2) ② 流体力の算定」に記載される、<u>設計条件下で最大流体力が生じる最大流速波形とすることを標準とする。</u></p>

改訂前

$$U_m = K\sqrt{gh} \dots\dots\dots (式 16-2-1)$$

$$H_b = A \left\{ 1 - \exp \left[-1.5\pi \frac{h_b}{L_0} (1 + 11 \tan^{4/3} \beta) \right] \right\} L_0 \dots\dots\dots (式 16-2-2)$$

$$U_m = \frac{\pi H_b}{T \sinh(2\pi h_b / L)} \dots\dots\dots (式 16-2-3)$$

ここに、

K : 流速算定係数 (図 15-2-3 を参照)

g : 重力加速度 (m/s²)

h : 設置水深 (m)

H_b : 設置場所での碎波限界波高 (m)

$A = 0.17$

h_b : 碎波水深 (m)

L_0 : 沖波波長 (m)

$\tan\beta$: 海底勾配

T : 有義波周期 (s)

L : 設置場所での有義波の波長 (m)

流速算定係数 K は、水深 h と沖波波長 L_0 との比と海底勾配の関数であり、図 16-2-3 で与えられる。海底勾配が 1/50 よりも緩い場合は、 K の値はほとんど変わらないため、1/50 の値を準用することができる。式 16-2-2 は碎波限界波高を与える経験式¹⁴⁾で、碎波水深 h_b は波による平均水深の変化を考慮した実水深であるが、実用上 $h_b = h$ と仮定してもよい。式 16-2-3 は碎波する波による底面付近での最大流速が微小振幅波理論による値に近似するという実験的知見¹⁵⁾に基づいている。

改訂後

改訂前

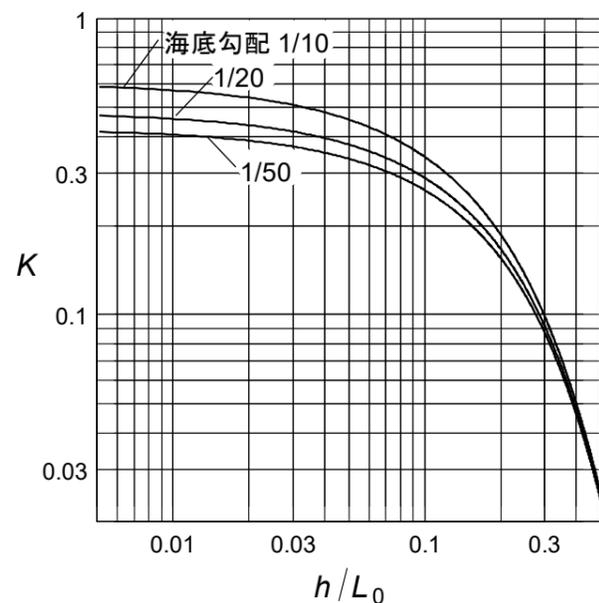


図 16-2-3 砕波の影響を受ける領域での無次元水深 h/L_0 と流速算定係数 K の関係

② 砕波の影響を受けない領域

砕波の影響を受けない領域での設計流速は、波浪の卓越する場では式 16-2-4 により算定し、潮流等の流れの影響が無視できない場合は、式 16-2-5 により算定することができる。

$$U_m = \frac{\pi H \cosh(2\pi D/L)}{T \sinh(2\pi h/L)} \dots\dots\dots \text{(式 16-2-4)}$$

$$U = \sqrt{U_m^2 + U_c^2 + 2U_m U_c \cos \theta} \dots\dots\dots \text{(式 16-2-5)}$$

ここに、

U_m : 波動流速 (m/s)

h : 設置水深 (m)

H 、 L : 設置水深 h における有義波の波高 (m) と波長 (m)

T : 有義波周期 (s)

D : 石材の高さ (m)

U_c : 流れによる設計流速 (m/s)

(第 15 編 2.3.3 「(2) 流れによる設計流速」を参照する)

θ : 波と流れの交差角

(0~90° ; 信頼できる値が得られない場合は $\theta = 0^\circ$ とする)

(2) 安定質量の算定

石材の安定質量は以下により算定し、石材以外の藻場礁の安定質量は、「第 15 編第 2 章 沈設魚礁」の「2.4.2 安全性に関する性能照査」のうちの「(2) 構造物全体の安全性の照査」に基づき算定するものとする。

改訂後

(2) 安定質量の算定

① 既定形状の藻場礁の場合

コンクリートブロックなどの既定形状の藻場礁の安定質量は、「第 15 編 2.4.2 (2) 構造物全体の安全性の照査」に基づき算定するものとする。

改訂前

① 砕波の影響を受ける領域

砕波の影響を受ける領域における石材の安定質量は式 16-2-6¹⁶⁾により算定することができる。

$$M = CU_m^6 \dots\dots\dots (式 16-2-6)$$

ここに、

M : 石材の安定質量 (kg)

C : 質量算定係数で、条件によって異なり、以下で与えられる。

$$C = \begin{cases} 25 & \text{石材を単体で設置する場合} \\ 5 & \text{石材を敷き詰め密度75%以上の群体で設置する場合} \\ 1 & \text{囲い礁で囲われた中に石材を敷き詰め密度75%以上で設置する場合} \end{cases}$$

U_m : 砕波の影響を受ける領域での波動流速 (m/s)

② 砕波の影響を受けない領域

砕波の影響を受けない領域における石材の安定質量は式 16-2-7 により算定することができる。

$$M = 0.04U^6 \dots\dots\dots (式 16-2-7)$$

ここに、

M : 石材の安定質量 (kg)、

U : 砕波の影響を受けない領域での設計流速 (m/s)

改訂後

② 石材の場合

石材の安定質量は、底面との摩擦、石材の形状と大きさ、石材の敷詰め密度の影響のほかに、波の影響する場では波の不規則性と非対称性を考慮して適切に定めることを原則とする。これらの要因による影響を適切に評価し、石材の安定質量を算定する式として、式 16-2-1¹⁴⁾を用いることができる。

なお、式 16-2-1 は波と流れが同じ向きの場合に適用できる式であり、波と流れが共存する場合は交差角 θ を $\theta = 0^\circ$ とおくことで安全側の設計値を与える式として用いることができる。波と流れの共存する条件に式 16-2-1 を適用する場合は、波による最大流速波形 (図 15-2-6) と流れの速度 U_c との合成流速を設計に用いる流速波形とする。

$$M_{50} = \alpha \rho_s D_{n50}^3 \dots\dots\dots (式 16-2-1)$$

ここに、

α : 設置方法の効果を表す係数 (以下の値)

$$\alpha = \begin{cases} 1 & \text{: 単体で設置} \\ 0.2 & \text{: 敷き詰め密度 75%以上の群で設置} \\ 0.04 & \text{: 囲い礁を設けて敷詰め密度 75%以上の群で設置} \end{cases}$$

ρ_s : 石材の密度 (t/m³)

D_{n50} : 単体で設置する石材の安定質量の立方体相当径で、波が卓越する領域と流れが卓越する領域で異なり、以下により求められる。

a) 波が卓越する領域 ($u_{\min} < 0$ m/s の場合)

D_{n50} はニュートン法などの数値計算により式 16-2-2¹⁵⁾の解として得られる。

$$\left(7.28 - \ln \frac{u_{\max} T_{zp}}{D_{n50}}\right) \frac{U_a^2}{\mu(\rho_s/\rho - 1)gD_{n50}} = \phi_{cr} \dots\dots\dots (式 16-2-2)$$

ここに、

u_{\max} : 底面における最大流速波形の最大値 (m/s)

T_{zp} : 最大流速波形のゼロ・クロス点から最大値までの時間 (s)

U_a : 式 15-2-13 より求められる、底面 ($z_A = 0$ m) における最大流速波形の流速振幅 (m/s)

μ : 石材と設置基盤との摩擦係数。海底の表層に砂礫が堆積する場合は、砂礫が波浪により消失することを想定して砂礫層の下層を設置基盤とする。「第3編 5.1 静止摩擦係数」を参考として決めることができるが、設置基盤が大礫・巨礫から成る場合は、文献¹⁵⁾に基づき礫の径から求めることもできる。

ρ_s : 石材の密度 (t/m³)

ρ : 海水の密度 (t/m³)

g : 重力加速度 (m/s²)

ϕ_{cr} : 被害率 10%における被災限界係数 (= 2.8)

u_{\max} と T_{zp} については、特に浅海域では長周期波の影響により大きく変化するため、精度のよい算定は難しいが、式 16-2-3 を仮定して式 16-2-4 より算出される T_{zp} を用いることができる¹⁶⁾。

$$u_{\max} = \frac{\pi H_{\text{ref}}}{T \sinh(2\pi h/L)} \quad \dots\dots\dots \text{(式 16-2-3)}$$

$$T_{zp} = \left\{ 1 - 0.967 \tanh \left[0.855 \left(\frac{H_{\text{ref}}}{h} \right)^{0.883} \right] \right\} \frac{T}{4} \quad \dots\dots\dots \text{(式 16-2-4)}$$

ここに、

H_{ref} : 参照波高 (m) (第 15 編 2.4.2 (2) ② 「a) 参照波高 H_{ref} の算定」を参照する)

$T = T_{1/3} = T_0$: 設計対象地点における有義波周期 (s)

h : 水深 (m)

L : 設計対象地点における微小振幅波の波長 (m)

b) 流れが卓越する領域 ($u_{\min} \geq 0$ m/s の場合)

D_{n50} は式 16-2-5¹⁴⁾により求めることができる。

$$D_{n50} = \frac{K_m U_{\text{rms}}^2}{\mu(\rho_s/\rho - 1)g} \quad \dots\dots\dots \text{(式 16-2-5)}$$

ここに、

$K_m = 2.3$

U_{rms} : 流速の鉛直分布を考慮した底面から石材の天端までの二乗平均平方根流速 (m/s)

μ : 石材と設置基盤との摩擦係数 (式 16-2-2 の場合と同じ)

ρ_s : 石材の密度 (t/m³)

ρ : 海水の密度 (t/m³)

g : 重力加速度 (m/s²)

U_{rms} は、流速の鉛直分布にべき乗則を仮定して式 16-2-6 により算出してもよい。

$$U_{\text{rms}} = \frac{1}{\sqrt{2n+1}} \left(\frac{b}{z_0} \right)^n U_c \quad \dots\dots\dots \text{(式 16-2-6)}$$

ここに、

n : べき乗流速分布のべき数 (= 1/7)

b : 石材の比高 (m)

U_c : 流れの速度 (m/s)

z_0 : U_c を与える底面からの高さ (m)

改訂前	改訂後
<p>14) Y. Goda: Reanalysis of regular and random breaking wave statistics. Coastal Engineering Journal, 52(2010), pp.71–106</p> <p>15) Y. Goda: Wave forces on a vertical circular cylinder: experiments and a proposed method of wave force computation. Report of Port and Harbour Technical Research Institute 8(1964), pp.1–74</p> <p>16) 明田定満・高木儀昌・田中一広：石材の所要重量算定法に関する研究， 水工研技報 水産土木 14（1992）， pp.77–88</p>	<p>14) 川俣 茂・森口朗彦・杉松宏一・ほか 12 名：漁場施設の設計手法の高度化検討、平成 28 年度水産基盤委託事業 漁港漁場の施設の設計手法の高度化検討調査報告書， 2017.</p> <p>15) S. Kawamata, M. Kobayashi, and N. Tanada: Empirical model for probabilistic rock stability on flat beds under waves with or without currents. Coastal Engineering, 140(2018), pp.257–271</p> <p>16) S. Kawamata and M. Kobayashi: Empirical formulas for near-bed wave orbital velocity parameters involved in maximum wave load in random wave trains. Ocean Engineering 267 (2023) , 114133, https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2023.114133</p>