

改訂前	改定後
第 2 編 設計条件 第 6 章 流れ 6.1 流れの基本 流れは、設計対象施設の設置位置における実測値又は推算値をもとに、流速及び流向を適切に設定するものとする。 漁港・漁場の施設の設計にあたっては、定常流とみなされる流れの影響が著しいと考えられる場合、原則としてこれらの影響を考慮することとする。 漁港・漁場及びその周辺における流れは、海浜流、潮流（潮汐流）、海流、吹送流、河口流等からなるが、実際に測定される流れは、これらの複合した非常に複雑なものである¹⁾²⁾。波が海岸に入射したことに起因する流れの総称を、海浜流あるいは波浪流という。特に漁港・漁場及びその周辺における流れは、漂砂の把握、浮体構造物の設計、港内の海水交換、航路の保全、基礎の洗掘、蓄養・養殖施設の検討の他、生態系や環境に配慮した施設設計にも重要な条件となるので十分考慮する必要がある。 6.1.1 海浜流 海浜流は波による質量輸送によって生じる流れであり、波が汀線方向に進行すると、波による質量の流れが岸に向かって生じる。これを向岸流という。この向岸流は沿岸の水位を上昇させる。その結果、汀線沿いに沿岸流が生じる。さらにある起点から集中的に沖に向かう流れとなり、これを離岸流という。海浜流は、数値計算によって予測できるので、必要に応じ適切な解析手法を用いて推定することが望ましい。 6.1.3 海流 海流は、黒潮、親潮、対馬海流などの地球規模でおこる海水の水平方向の流れの総称である。海流は、沿岸の流れと比べ時間スケールが長い現象ではあるが、場所的にも季節的に鉛直的にも変化する。海流の流れの鉛直構造は、密度成層やコリオリ力にも大きく影響されるため、複雑であり、底層付近の流速を表層の流速にみから推定することはできない。海流は、最寄りの流速観測値、信頼できる海洋モデルによる予測値などを参考にして適切に推定することが望ましい。 6.1.4 吹送流 吹送流と風速の関係は実測が困難であるが、風速の 2～4％程度の海面吹走流速が生じることが多いと報告されている¹⁾。 (新設)	第 2 編 設計条件 第 6 章 流れ 6.1 流れの基本 流れは、設計対象施設の設置位置における実測値又は推算値をもとに、流速及び流向を適切に設定するものとする。 漁港・漁場の施設の設計にあたっては、定常流とみなされる流れの影響が<u>ある場合、その影響を考慮することを原則とする。</u> 漁港・漁場及びその周辺における流れは、海浜流、潮流（潮汐流）、海流、吹送流、河口流等からなる¹⁾²⁾が、実際に測定される流れは、これらの<u>流れに波動流が</u>複合した非常に複雑なものである。漁港・漁場及びその周辺における流れは、漂砂の把握、浮体構造物の設計、港内の海水交換、航路の保全、基礎の洗掘、蓄養・養殖施設の検討の他、生態系や環境に配慮した施設設計にも重要な条件となるので十分考慮する必要がある。<u>沈設魚礁や増殖礁などの小型海中構造物の設計で波による水粒子速度が重要な作用になる場合は、波動流の影響も考慮することを原則とする。</u> 6.1.1 海浜流 海浜流は<u>碎波帯周辺において生じる流れの総称である。</u>波が汀線方向に進行すると、波による<u>質量輸送による</u>流れが岸に向かって生じる。これを向岸流という。この向岸流は沿岸の水位を上昇させる。その結果、汀線沿いに沿岸流が生じる。さらにある起点から集中的に沖に向かう流れとなり、これを離岸流という。海浜流は、数値計算によって予測できるので、必要に応じ適切な解析手法を用いて推定することが望ましい。 6.1.3 海流 海流は、黒潮、親潮、対馬海流などの地球規模でおこる海水の水平方向の流れの総称である。海流は、沿岸の流れと比べ時間スケールが長い現象ではあるが、場所<u>や</u>季節<u>だけでなく</u>鉛直的にも変化する。海流の流れの鉛直構造は、密度成層やコリオリ力にも大きく影響されるため、複雑であり、底層付近の流速を表層の流速²⁾みから推定することはできない。海流は、最寄りの流速観測値、信頼できる海洋モデルによる予測値などを参考にして適切に推定することが望ましい。 6.1.4 吹送流 <u>吹送流は、海上を吹く風と海面との摩擦によって生じる流れである。その速度は、海面付近で最大で、深さ方向に減少し、設計の実用上、50 m 以上では無視してよい³⁾。通常、海面では風速の 2 ～ 4 ％程度の流速が生じる¹⁾。</u> 6.1.6 波動流 <u>波動流は、波浪下で生じる振動流である。局所的な流れとしての波動流速は、水面波形が正弦波で近似できる場合は、微小振幅波の式 2-3-2 により算定できるが、近似できない場合は、規則波の非線</u>

改訂前	改定後
6.3 水中の構造物に作用する流れの力 水中又は水面付近の部材及び構造物に作用する抗力及び揚力は、【流れ】の規定に従って設定した流れの諸元、部材及び構造物の形状、粗度等を考慮して、適切に算定するものとする。 流れの力は、構造物の種類や型式に応じて適切に算定する必要がある。 水中及び水面付近の部材に作用する抗力は、式 2-6-1 を用いて算定することができる³⁾⁴⁾。非定常性が顕著な場合は質量力についても考慮することが必要であり、質量力は式 2-6-2 で表される³⁾⁴⁾。 抗力係数 C_D と質量係数 C_M は、ともに物体の形状、粗度、流れの方向などのほか、レイノルズ数 (Re) 及びクーリガン・カーペンタ数 (KC) によって変化するため⁵⁾、状況に応じて適切な値を用いることができる。 水中の部材には上記の抗力と質量力のような流れの方向に作用する直方向力のほかに、それと直角方向に揚力が作用する。この揚力は式 2-6-1 の抗力と同様に流速の 2 乗に比例する形で与えられ、その係数は揚力係数 C_L と呼ばれる。揚力係数 C_L の値も部材形状などによるほか、Re 及び KC によって変化する。 $F_D = \frac{1}{2} \rho C_D A U^2 \cdots \cdots \cdots \text{(式 2-6-1)}$ ここに、 $F_D \quad \text{: 物体に作用する流れ方向の抗力 (kN)}$$\rho \quad \text{: 海水の密度 (t/m}^3\text{)}$$C_D \quad \text{: 抗力係数 (値は該当施設の章を参照)}$$A \quad \text{: 物体の流れ方向の投影面積 (m}^2\text{)}$$U \quad \text{: 流速 (m/s)}$$F_M = \rho C_M V \frac{\partial u}{\partial t} \cdots \cdots \cdots \text{(式 2-6-2)}$ ここに、 $F_M \quad \text{: 物体に作用する流れによる質量力 (kN)}$$C_M \quad \text{: 質量係数 (値は該当施設の章を参照)}$$V \quad \text{: 物体の基準体積 (m}^3\text{) (物体の形状別の算定式は該当施設の章を参照)}$$\partial u / \partial t \quad \text{: 流体の加速度 (m/s}^2\text{)}$	形波理論や不規則な水面変位をフーリエ級数で表す方法などにより算定することができる⁴⁾。 6.3 水中の構造物に作用する流れの力 水中の構造物に作用する流れの力は、【流れ】及び【波】の規定に従って設定した流れ及び波の諸元、部材及び構造物の形状、粗度等を考慮して、適切に算定するものとする。 水中の構造物に作用する流れの力は、形状と流れの条件に応じて適切に算定することを原則とする。 定常流とみなせる流れによる水中の部材及び構造物に作用する流れ方向の力は、抗力と呼ばれ、流速の 2 乗に比例する関数の式 2-6-1 で算定することができる。波動流単独又は波動流と定常流の共存する非定常流中では、流速の 2 乗に比例する抗力のほかに水粒子加速度に比例する慣性力が作用し、その力は式 2-6-2 で表されるモリソン式⁵⁾により求められる⁶⁾⁷⁾。水中の部材及び構造物には、流れの方向に作用する抗力と慣性力のほかに、それと直交する方向に揚力が作用する。揚力は抗力と同様に流速の 2 乗に比例する関数で表され、式 2-6-3 を用いて算定される。揚力は、流れ方向の流体力に比較して小さく、無視できることが多いが、構造形式により検討を要する。最大流体力は、ベクトル加算により求められる流れ方向の流体力と揚力との合成力の最大値として求められる。 $F_D = \frac{1}{2} \rho C_{DS} A U_c^2 \cdots \cdots \cdots \text{(式 2-6-1)}$ ここに、 $F_D \quad \text{: 定常流中での抗力 (kN)}$$\rho \quad \text{: 水の密度 (t/m}^3\text{)}$$C_{DS} \quad \text{: 定常流中での抗力係数}$$A \quad \text{: 物体の基準面積 (通常は、物体の流れ方向の投影面積を用いる) (m}^2\text{)}$$U_c \quad \text{: 定常流の速度 (m/s)}$$F = \frac{1}{2} \rho C_D A u u + \rho C_M V \frac{\partial u}{\partial t} \cdots \cdots \cdots \text{(式 2-6-2)}$ ここに、 $F \quad \text{: 非定常流中での流体力 (kN)}$$C_D \quad \text{: 非定常流中での抗力係数}$$u \quad \text{: 水粒子速度 (m/s)}$$C_M \quad \text{: 慣性力係数}$$V \quad \text{: 物体の基準体積 (m}^3\text{) (物体の形状別の算定式は該当施設の章を参照)}$$\partial u / \partial t \quad \text{: 水粒子加速度 (m/s}^2\text{)}$$F_L = \begin{cases} \frac{1}{2} \rho C_L A U_c^2 & \text{定常流の場合} \\ \frac{1}{2} \rho C_L A U_m^2 & \text{非定常流の場合} \end{cases} \cdots \cdots \cdots \text{(式 2-6-3)}$ ここに、 $F_L \quad \text{: 揚力 (非定常流の場合は揚力の最大値) (kN)}$$C_L \quad \text{: 揚力係数}$

改訂前	改定後
(参考文献) 2) 土木学会編：水理公式集〔平成 11 年版〕(1999)，pp.497－506，pp.551－567 3) 例えば，土木学会編：海岸施設設計便覧（2000），pp.92－94 4) 例えば，土木学会編：水理公式集〔平成 11 年版〕(1999)，p.534 5) Keulegan, G.H. and Carpenter, L. H. : Forces on cylinders and plates in an oscillating fluid, Journal of Research of the National Bureau of Standards Vol.60, No.5（1958），pp.423－440 （新設） （新設）	<u>A ：物体の基準面積（通常は、流れの垂直方向から見た物体の投影面積を用いる）（m²）</u> <u>U_m ：最大水粒子速度（m/s）</u> <u>定常流中の抗力係数と揚力係数は式 2-6-4 で定義されるレイノルズ数 Re の関数、モリソン式の抗力係数と慣性力係数及び波動流中の揚力係数は Re と式 2-6-5 で定義されるクーリガン・カーペンタ一数 K_C の関数であることに留意して、既往文献又は実験により適切な値を決める必要がある。</u> $Re = \begin{cases} \frac{U_c D}{\nu} & \text{定常流の場合} \\ \frac{U_m D}{\nu} & \text{非定常流の場合} \end{cases} \dots\dots\dots \text{(式 2-6-4)}$ $K_C = \frac{U_m T}{D} \dots\dots\dots \text{(式 2-6-5)}$ <u>ここに、</u> <u>D ：物体の代表幅（m）</u> <u>ν ：水の動粘性係数（1.00×10⁻⁶ m²/s）</u> <u>T ：波動流速の周期（s）</u> （参考文献） 2) <u>土木学会編：水理公式集〔2018 年版〕(2018)，pp.648－660，pp.715－726</u> 3) <u>Det Norske Veritas: Recommended Practice DNV-RP-C205, Environmental Conditions and Environmental Loads, (2010), pp.44－45</u> 4) <u>US Army: Coastal Engineering Manual, Chapter II-1, Water Wave Mechanics, Engineer Manual 1110-2-1100, US Army Corps of Engineers (2002), 121p.</u> 5) <u>Morison, J. R., J. W. Johnson, and S. A. Schaaf: The force exerted by surface waves on piles. Petroleum Transactions, AIME (1950). pp.149－154</u> 6) <u>土木学会編：海岸施設設計便覧（2000），pp.92－94</u> 7) <u>土木学会編：水理公式集〔2018 年版〕(2018)，pp.688－689</u>