流体力を考慮したアンカー補強土壁の内部安定検討の提案

岡三リビック（株）　正会員　○平原　直征
岡三リビック（株）　正会員　小浪　岳治
岡三リビック（株）　正会員　林　豪人

１．はじめに　アンカー補強土壁は、図-1 のように壁面材に作用する土圧と、盛土構築時に埋設したアンカープレートの引抜抵抗とが棒鋼を介してつり合うことにより、壁面材とアンカープレートに囲まれた盛土の領域が拘束補強され、安定を保つ補強土壁工法のうちの一つである。このアンカー補強土壁において、護岸の力学設計法 [1)]を参考にして河川構造物の検討をするにあたって、補強材を壁背面に有しているとはいえ、壁面材を空積みするアンカー補強土壁は、法覆工の構造モデルのうちの「積み」モデルに分類されると考えられる。護岸の力学設計法の中で、「積み」モデルは練積みを群体として検討した場合、流体力に対して代表流速 V_0=10m/s 程度まで安定するとされている。しかし、アンカー補強土壁のように空積みで鉛直に積み、かつ控えとして補強材を有するような壁面材を群体として検討した場合、安定する代表流速は明らかではなかった。

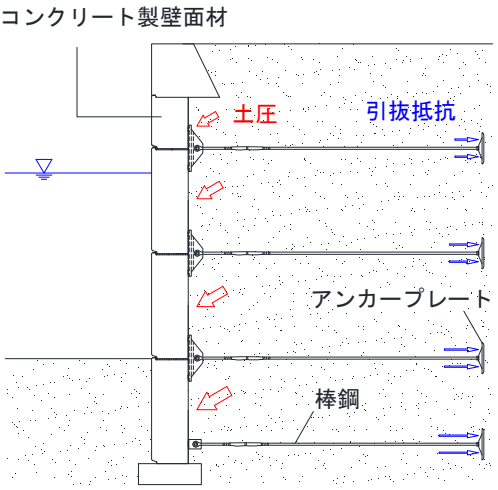

図-1　アンカー補強土壁断面図

そこで、流水中の壁面材が受ける流体力を把握するため、水理特性試験を実施して水理特性値を得た。水理特性値は形状寸法に応じて壁面材が個別に有する値である。ここでは、水理特性試験の実施によって得られた水理特性値を用い、流水中の壁面材が安定すると考えられる許容代表流速 V_{0a} について試算した結果を報告する。

２．水理特性試験　水理特性試験は、自重によって流水に抵抗する護岸ブロックに対して実施する標準的な試験法である。そのため、補強材を控えとして抵抗するアンカー補強土壁の壁面材に対しては適用範囲外と考えられるが、流水中に設置される壁面材が流水から受ける流体力を把握する際の参考として行った。試験では、図-2 に示した幅 1.0m、延長 20m 程度の矩形水路に、壁面材を 1/9.2 サイズに縮小した模型を底面に並べ、壁面を積み上げた状態を模した空積みの群体を作製した。この縮小模型の一つに分力計を取り付け、定常状態で 0.300m^3/sec、0.350m^3/sec の時間流量が模型上を流下した際に、群体としての壁面材の模型が受ける流体力を分力計で計測した。得られた揚力係数 C_L、抗力係数 C_D、および相当粗度 K_S を表-1 に示す。

３．流体力の算出　表-1 の水理特性値（平均値）を用い、式 1、式 2 によって壁面材が受ける流体力について、ブロック近傍流速 V_d=10m/s まで算出したものを図-3 に示す。

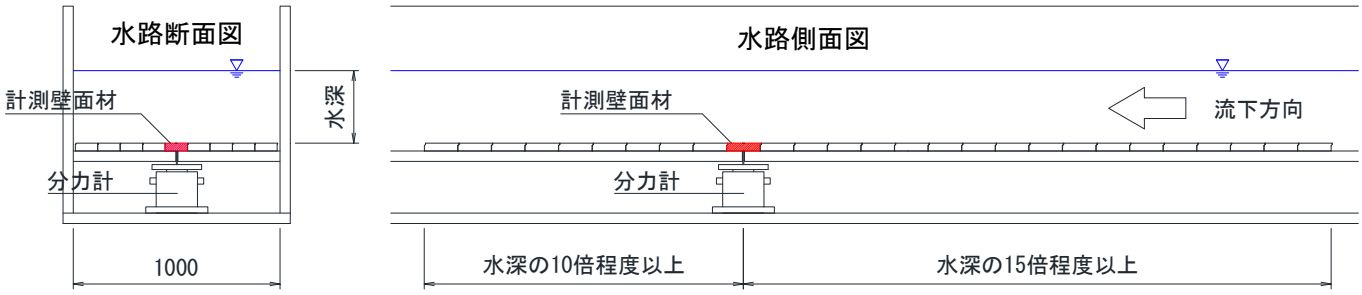

図-2　水理特性値試験模式図

キーワード　アンカー補強土壁，水理特性値，揚力，抗力，相当粗度
連絡先　〒108-0023　東京都港区芝浦 4 丁目 16 番 23 号（AQUACITY 芝浦 8F）　TEL03-5442-2400

$$L = \frac{\rho_W}{2} \cdot C_L \cdot A_L \cdot V_d^{\,2} \quad （式 1）^{2)}$$

$$D = \frac{\rho_W}{2} \cdot C_D \cdot A_D \cdot V_d^{\,2} \quad （式 2）^{2)}$$

ここで、L:揚圧力(kN/m^2)、D:抗圧力(kN/m^2)、ρ_W:水の密度(kg/m^3)、A_L:揚力の作用面積(m^2)、A_D:抗力の作用面積(m^2)とする。

4．壁面材の安定検討　アンカー補強土壁の壁面材は、前述のように盛土内に埋設したアンカープレートの引抜抵抗によって安定を得ている。最上段のアンカープレートの土被り深さが最小(0.6m)となる断面において、壁 1 枚あたりの許容引抜抵抗力 T_a=10.44(kN)と、壁 1 枚あたりに作用する土圧力 P=2.52(kN)についてはアンカー補強土壁の設計計算（γ=20kN/m^3、ϕ=35°、c=0kN/m^2）からあらかじめ得られている。流体力（揚力 L、抗力 D）が作用する力の方向を考慮した壁面材まわりの力のつり合いを、**図-4** の模式図のようにモデル化した。このとき、壁面材の安定には以下の①、②を満たす必要がある。

①揚力 L+土圧力 P≦引抜抵抗力 T

②抗力 D≦土圧力 P×摩擦係数 μ

①および②を満たす許容揚力 L_a、許容抗力 D_a の最大値を**表-2** より算出した。算出した許容揚力 L_a と許容抗力 D_a の最大値について**図-3** と照らし合わせ、壁面材が安定する許容ブロック近傍流速 V_{da}=4.543(m/s)を得た。この V_{da} と**式 3** を用いて、設計水深 H_d に応じた許容代表流速 V_{0a} を算出した結果を**図-5** に示す。

$$V_{0a} = \frac{6.0 + 5.75\log_{10}(H_d / K_s)}{8.5} \cdot V_{da} \quad （式 3）^{3)}$$

ここで、V_{0a}:許容代表流速(m/s)、H_d:設計水深(m)とする。**図-5** より、最小壁高さの水深 1m で、流体力を考慮した壁面材の安定が得られる許容代表流速は V_{0a}=9.94(m/s)であることが確認できた。

5．まとめ　アンカー補強土壁の壁面材に流体力を考慮した際の許容代表流速は水深によらず V_{0a}=10(m/s)程度とするのが安全側と考えられる。護岸の力学設計法における「積み」モデルの練積みの群体とほぼ同様の結果が得られた。

参考文献

1)護岸の力学設計法（改訂）平成 19 年 11 月　（財）国土技術研究センター

2)護岸ブロックの水理特性試験法マニュアル（第 2 版）平成 15 年 7 月（財）土木研究センター

3)実務者のための護岸・根固めブロック選定の手引き(案)平成 22 年 6 月（財）土木研究センター

表-1　水理特性値

水理特性値	通水流量		平均値
	0.300m^3/sec	0.350m^3/sec	
揚力係数C_L	0.029	0.028	0.029
抗力係数C_D	0.044	0.041	0.043
相当粗度K_S(m)	0.006	0.005	0.006

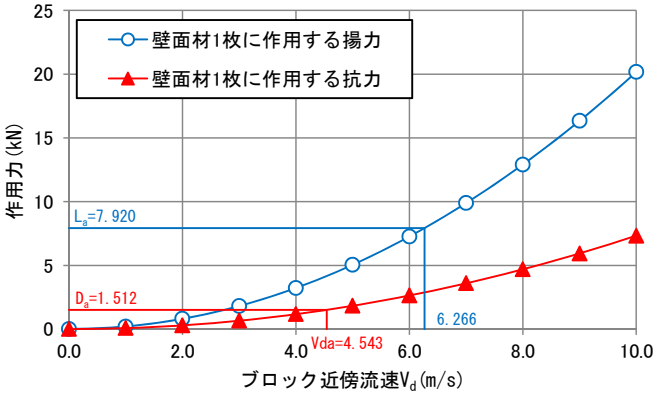

図-3　壁 1 枚あたりに作用する流体力

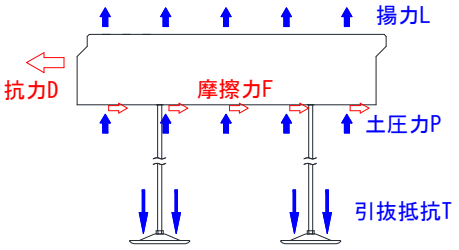

図-4　力のつり合い模式図（平面図）

表-2　許容流体力の算出

揚力	壁1枚の作用土圧力 P(kN)	2.52
	許容引抜抵抗力 T_a(kN)	10.44
	許容揚力の最大値 T_a-P=L_a(kN)	7.920
抗力	壁1枚の作用土圧力 P(kN)	2.52
	コンクリートと礫質土の摩擦係数 μ	0.6
	許容抗力の最大値 P×μ=D_a(kN)	1.512

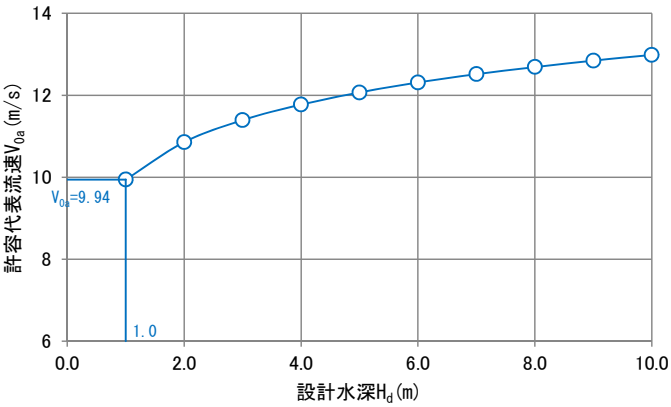

図-5　許容代表流速の算出