

ジオグリッドを用いた河川補強土護岸の内的安定に関する一考察

岐阜大学大学院工学研究科 学生会員 ○久保田 薫 森口周二 弓良知
 岐阜大学工学部 正会員 沢田和秀 八嶋 厚
 岐阜大学工学部 黄 雨

1. はじめに

これまでの河川整備は、治水・利水への社会的要請に、緊急かつ効率的に対応することを主な目的として、RC護岸等を主とした河川整備が進められてきた。しかし、社会経済の変化に伴い、求められる河川の形態も大きく変化している。現在では、河川は治水・利水の役割を担うだけでなく、水と緑の貴重な環境空間であり、生物の生息・生育環境としても捉えられている。このような背景のもとに、平成9年には、河川法が改正され、これまでの治水・利水に加えて、新たに環境というキーワードが加わり、総合的な河川整備の推進が明確化された。このように河川に対する環境意識が高まる中、平成13年に旧建設省河川防災・海岸課から発行された「美しい山河を守る災害復旧基本方針・第二版」¹⁾の中に、新規の急勾配緑化護岸工法として、「補強土工法（補強土護岸工法）」が記載された。しかし、補強土工法は、河川環境下における設計法が確立されておらず、同「基本指針」に基づき河川護岸構造物として構築する際には、固有の設計条件が必要となる。したがって、本研究ではジオグリッドを用いた補強土護岸工法（以下「ジオグリッド補強土護岸工法」）の設計・施工法の確立を目的として、これまで実河川における試験堤防の挙動観測^{2) 3)}・陸上での実大規模破壊実験⁴⁾・模型を用いた室内でのモデル実験⁵⁾を行ってきた。また、各種実験結果・観測結果をもとに、ジオグリッド補強土護岸工法の設計法を作成し、外的・全体安定の計算式を確立した。しかし、河川護岸では敷設長が短く、定着長が確保できないために、従来の陸上における補強土工法の計算式では内的安定性が確保できないことが判明した。しかし、本ジオグリッド補強土護岸は、ジオグリッドを密な間隔で配置し、L型鋼製壁面材を使用しているため、補強土領域は一体化していると思われる。このことは、すでに各種実験からも確認されている^{3) 4)}。そこで、本研究では、補強領域が一体化していることを確認するためにFEMを用いた弾塑性解析を行い、補強領域の変形量及びジオテキスタイルに作用する張力を検討した。

2. 解析方法

図-1のようなジオグリッド補強土護岸のFEM弾塑性解析を行った。解析に用いたモデルは、図-1のように直高5m、根入れ1m、敷設長1m、敷設間隔50cm、勾配5分勾配、壁面材にはL型鋼製壁面材を用いた。また、補強領域以外の部分は弾性体として解析を行った。壁面材には、ビーム要素をジオグリッドにはトラス要素、補強領域のジオグリッド及び壁面材と盛土材料の間にはjoint要素を用いた。なお、解析は、最も不安定な水位条件とし、以下の4ケースの解析を行った。1) 盛土材料(補強なし)2) ジョグリッドのみで補強3) 壁面材のみで補強4) ジョグリッド+壁面材で補強。図-2は解析メッシュと境界条件を示し、表-1には、解析に用いたパラメータを示している。

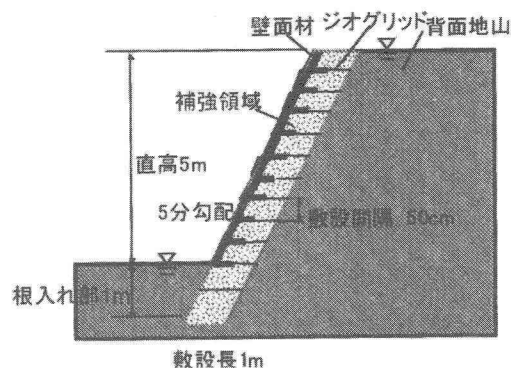


図-1 解析モデル

表-1 解析に用いたパラメータ

	E(kPa)	I(m ⁴)	A(m ²)	γ(kN/m ³)	ν
補強領域	1000	.....	.....	21.56	0.3
補強領域以外	1.5E+07	.....	.....	21.56	0.3
壁面材	2.1E+06	1.4E-09	6.28E-4	.....	.....
ジオグリッド	1.96E+04	.....	.....	.....	.....
tij Sand Model ⁶⁾	ZNP=4.7 e ₀ =0.68 α=0.85 m=0.3 D _r =-0.6 Ce=0.006 C _r =0.084				

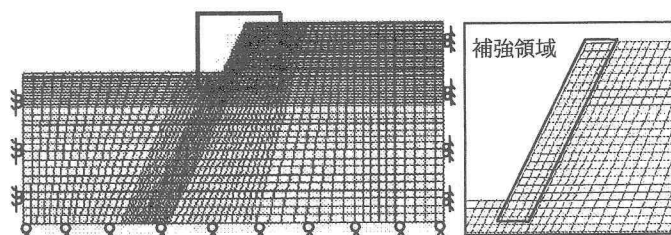


図-2 解析メッシュと境界条件

3. 解析結果と考察

解析は、自重解析であり、図-3~6 は自重による各ケースの補強領域の水平方向の変位量を示したものである。図中の矢印は、変形を見やすくするため、実際の変位量を 10 倍した値を示している。結果より、盛土材料のみのケースが最も変位量が大きく、ジオグリッド+壁面材で補強したケースが最も変位量が小さいことが確認できる。また、図-7 に示す法肩部(Point1)、地表面から 2.5m の位置(Point2)における法面表面部の水平方向の変位量を表-2 に示した。この結果からも、盛土材料のみのケースが最も変位量が大きいことが分かり、ジオグリッド+壁面材で補強したケースが最も変位量が小さいことが確認できた。また、ジオグリッドに作用する張力が、ジオグリッドの設計基準強度 (=35kN/m) 以下であるか検討した。その結果、ジオグリッドのみで補強したケースでは最大張力が 1.72(kN/m)、ジオグリッド+壁面材で補強したケースでは、0.86(kN/m)であった。このことから、敷設したジオグリッドが破断することはないと考えられるため、補強領域の内的安定が確認された。

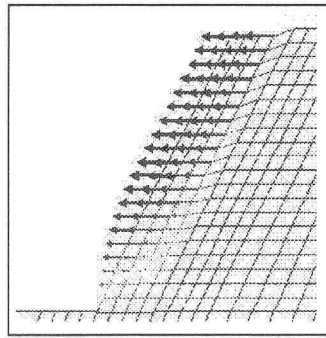


図-3 盛土材料のみ(補強なし)

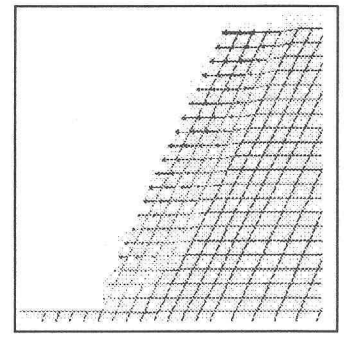


図-4 ジオグリッドのみで補強

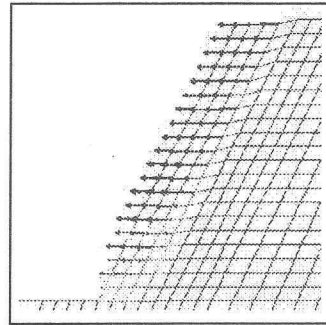


図-5 壁面材のみで補強

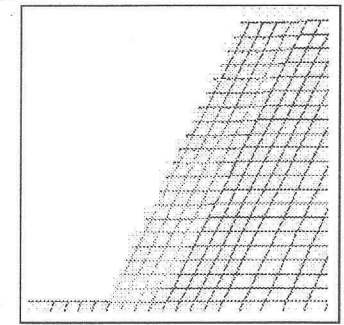


図-6 ジオグリッド+壁面材で補強

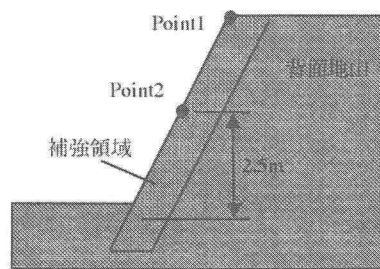


図-7 各ポイントの位置

表-2 各位置におけるケース別の水平変位量

	Point1	Point2
盛土材料のみ (補強なし)	10.8	11.2
ジオグリッドのみで補強	6.2	4.9
壁面材のみで補強	7.0	7.2
ジオグリッド+壁面材で補強	3.0	2.4

単位(cm)

4. まとめ

本研究により、ジオグリッドを密に配置 (敷設長 50cm 以下) することや L 型鋼製壁面材を使用することは、補強領域の一体化に大きな効果があると考えられる。よって、本設計法の基本構造内においては、内的安定は照査する必要はない。

参考文献

- 1) 旧建設省河川防災・海岸課監修：美しい山河を守る災害復旧基本方針・第二版、社団法人全国防災協会
- 2) A.Yashima, K.Sawada, Y.Sato, Y.Fujita, H.Maeda, N.Matsumoto and A.Hazama, Is Kyusyu(20), Trial construction of the river dike and its performance, Vol.1, pp.271-276, 2001.
- 3) 森口周二・八嶋厚・沢田和秀・弓良知・前田英史・松本七保子・間昭徳：補強土河川護岸構造物の破壊実験と試験堤防の再構築、ジオシンセティックス論文集第 17 巻、pp.195-200, 2002.
- 4) 八嶋厚・沢田和秀・弓良知・森口周二・前田英史・松本七保子・間昭徳：補強土河川堤防の挙動把握、土木学会第 57 回年次学術講演会、Ⅲ-421, pp.841-842, 2002.
- 5) 八嶋厚・沢田和秀・久保田薫・森口周二・弓良知・前田英史・松本七保子・間昭徳：補強土河川護岸堤防の局所洗掘による変形挙動の一考察、第 38 回地盤工学研究発表会発表講演集、pp.1809-1810, 2003.
- 6) T.Nakai, AN ISOTROPIC HARDENING ELASTOPLASTIC MODEL FOR SAND CONSIDERING THE STRESS PATH DEPENDENCY IN THREE-DIMENSIONAL STRESSES, SOILS AND FOUNDATIONS Vol.29, No.1, 119-137, Mar, 1989