

【施工事例紹介】

FRPジオグリッド「ネステム」の施工事例

清水建設（株）土木本部技術第一部

川崎 廣貴

1. はじめに

ネステムは、引張強度の高いガラス繊維の連続繊維束をビニルエステル樹脂に含浸させて、格子状に一体成形したFRP（繊維強化プラスチック）製の補強土工法用ジオグリッドであり、清水建設(株)と旭硝子マテックス(株)が1989年に共同で開発したものである。この性能上の特徴は超軽量で高引張強度・高引張剛性・低クリープという力学特性にある。特に、引張剛性は従来のジオグリッドに比べて、大きなものとなっており、そのため、のり面が急勾配化された盛土においてのり面の変形を極めて小さく抑える効果がある。

ネステムの今迄の適用事例には、盛土補強・補強土壁・土圧軽減・路盤補強・支持力補強があり、そのなかでも補強土壁としての施工件数が大半を占めている。なお、補強材としてのネステムの技術審査証明は、(財)土木研究センターより1993年6月に取得している。

ここでは、ネステムの材料特性と土との相互特性および補強盛土工法の施工事例についてその概要を紹介する。

2. ネステムの材料特性および土との相互特性

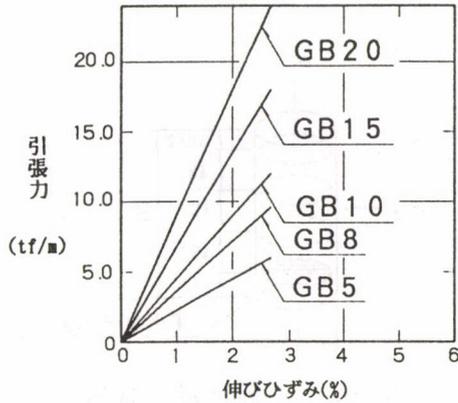
拘束効果のない状態の自由面となっている盛土のり面は、盛土の標準勾配より急勾配にすると変形しやすく、崩れやすい。一方、ジオグリッドを盛土内に水平に敷設すると、土と補強材との間に発生する摩擦抵抗で土の変形を拘束するため、すべり破壊を防止できるようになる。このジオグリッドの補強盛土構造として高い安定性を得るためには、ジオグリッドの引張特性（強度・剛性）、および土とジオグリッドの摩擦抵抗やかみ合わせ効果が必要な機能となる。この機能性を開発コンセプトとして開発されたのが、FRPジオグリッド「ネステム」であり、以下にその特性を概説する。

2.1 諸元と性能

表一1にはネステムの諸元と性能を示しているが、この破断ひずみは2.2%と小さいため、引張剛性は255～900tf/mの範囲となり、他のジオグリッドに比べ2～10倍の引張剛性を有している。一般に、盛土材として利用した締固め後の土の変形特性を考えると、そのひずみ範囲は、概ね1～5%と小さい値を示す。このことから、ネステムは土の微小ひずみ範囲で土構造物の変形を抑え、土の自重や他の荷重等で生じる力を補強材として相応に分担できることがわかる。

表一1 諸元と性能

品 番		GB 5	GB 8	GB 10	GB 15	GB 20	
諸元	素材構成	ガラス繊維とビニルエステル樹脂によるFRP(繊維強化プラスチック)					
	繊維量(Tex/本)	2,700	4,450	5,400	8,900	10,800	
	目合い(mm)	縦	100	100	100	100	100
		横	30	30	30	30	30
	製品幅(mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
	製品長さ(mm)	30,000	30,000	30,000	30,000	30,000	
質量(g/m <sup>2</sup> )	260	420	510	850	960		
性能	品質管理強度 (tf/m)	縦	6.0	9.0	12.0	18.0	24.0
		横	3.0	4.5	6.0	9.0	12.0
	製品基準強度 (tf/m)	縦	5.0	8.0	10.0	15.0	20.0
		横	—	—	—	—	—
引張剛性 (tf/m)	縦	255	360	450	675	900	
	横	135	216	270	405	540	
破断ひずみ(%)		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	



図一 1 ネステムの引張特性

### 2.2 引張強度特性

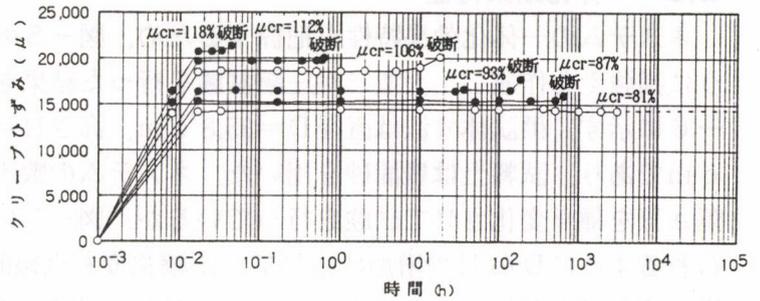
図一1に示すように、ネステムの各品番の引張力～ひずみ関係は直線的な傾向にある。

### 2.3 クリープ特性

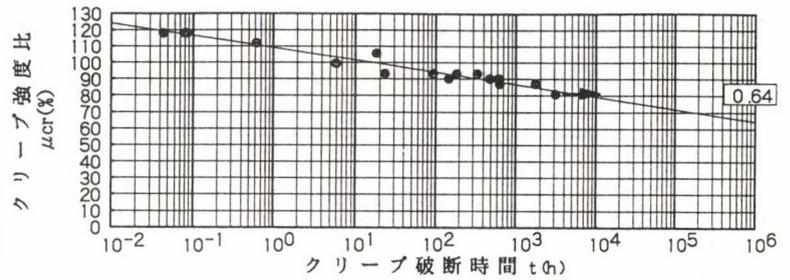
図一2にGB10のクリープ試験結果を示すが、同図a)のようにクリープひずみ量は極めて小さいものとなっている。また、同図b)のように長期強度を対象とした製品基準強度に対するクリープ強度比は $\mu_{cr} = 0.64$ であり、他品番についても同様な傾向となっている。したがって、ネステムの設計クリープ強度は、全品番に対して製品基準強度の60%が用いられている。

### 2.4 土との摩擦特性

ネステムと土との摩擦特性の把握には、図一3の土中引抜き試験機を用いている。豊浦砂を試料土にして行った試験結果の一例を図一4に示しているが、豊浦砂のみの内部摩擦角 $\phi_d$ とほぼ同程度の値を示しており、ネステムの摩擦抵抗が高いのがわかる。

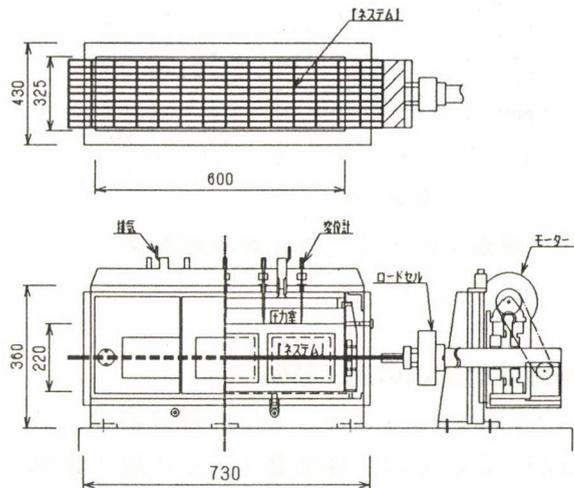


a) クリープひずみ～時間線図

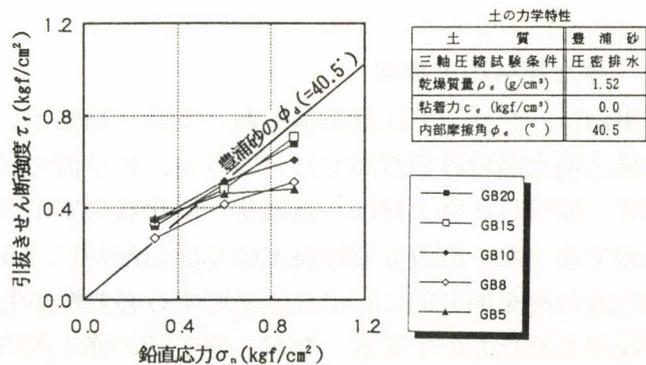


b) クリープ強度比～クリープ破断時間図

図一2 クリープ試験結果 (GB10)



図一3 土中引抜き試験機



図一4 土中引抜きせん断強度 (豊浦砂)

## 2.5 一体化効果特性

ネステムの一体化効果特性を把握するため、図-5のように補強土を作成し、大型三軸圧縮試験を行った結果を図-6に示す。供試体寸法は直径 $D=35.8$  cm、高さ $H=80$  cmであり、試料土は豊浦砂を用いた。ネステムの敷設間隔 $\Delta H$ を種々変化させて試験を行っているが、図-7に見られるように $D/\Delta H$ の増加に応じて、圧縮強度も直線的に増加する傾向が得られた。また、側圧 $\sigma_3$ に拘らずその勾配が一定となっていることから、ネステムの強度を一定にして土を補強した場合には、明らかに敷設間隔に応じた補強効果（見かけの粘着力の増加）が得られることがわかる。

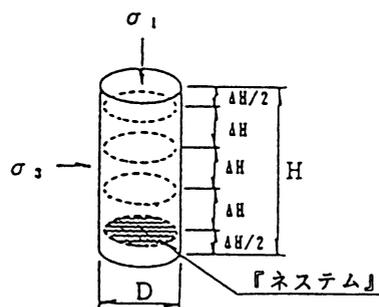


図-5 三軸圧縮供試体

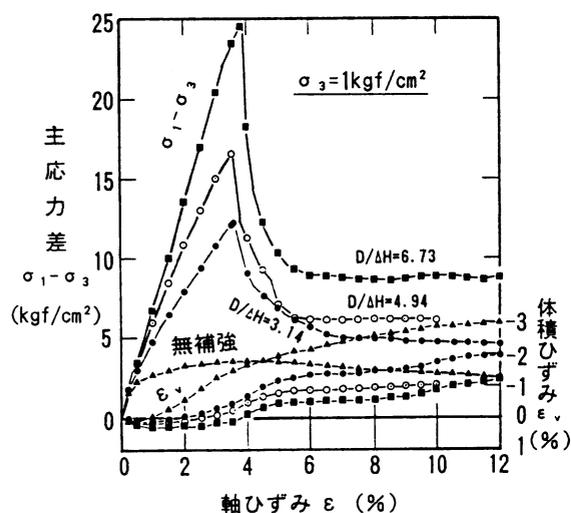


図-6 補強土の大型三軸圧縮試験結果

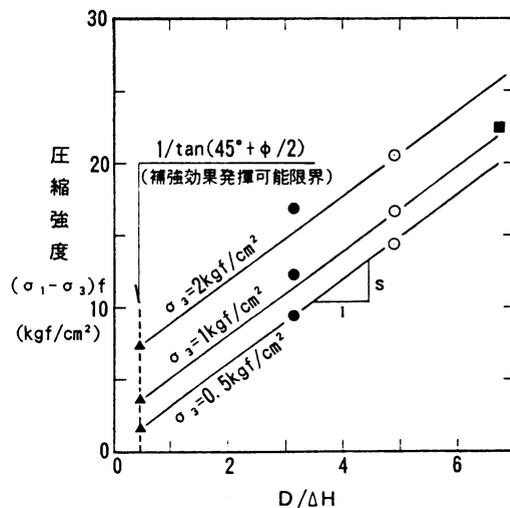


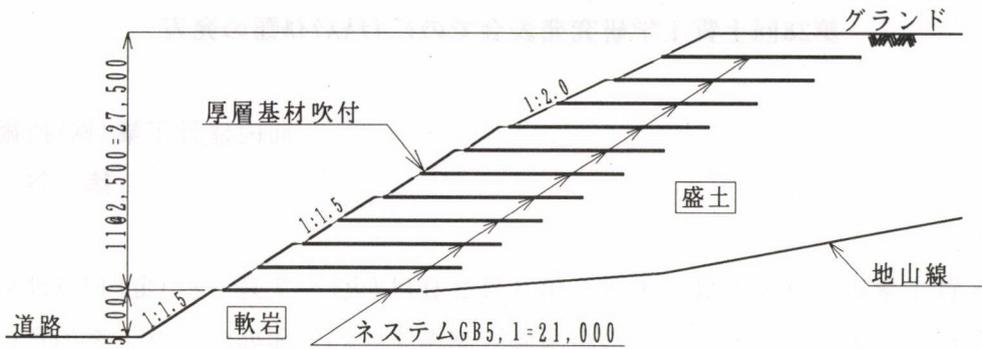
図-7  $D/\Delta H$ による補強効果

## 3. 補強盛土工法の施工事例

ネステムの適用分野としては、補強盛土工法・軟弱地盤上の敷設材工法や路盤補強工法等があるが、ここでは、補強盛土工法の施工事例を示す。補強盛土工法には、盛土補強と補強土壁があり、前者は、のり面勾配が1:1.0より緩い盛土に適用する場合、後者は、のり面勾配が1:1.0より急な盛土に適用する場合をいい、以下に各々の工事例を示す。

### 3.1 盛土補強の工事例

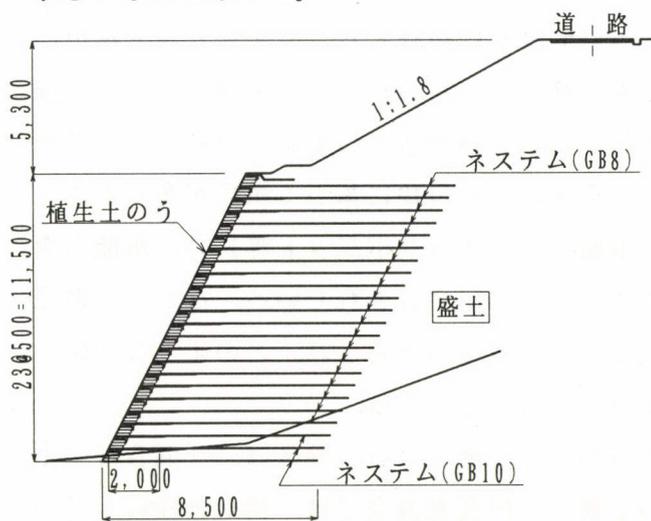
本事例は、グランド建設工事において盛土補強として敷込み式で施工したものであり、その仕様は盛土部のみの直高で $H=27.5$  m、のり面勾配1:1.5~2.0である。盛土断面を図-8に示す。使用した盛土材は、強風化~風化状の安山岩であり、土砂化を呈し粘土分がやや多いものであった。原設計では盛土のり面勾配が1:2.0で計画されていたが、用地上の制約からのり面勾配を部分的に1:1.5に変更する必要性が生じたため、ネステムによる盛土補強工法が採用されたものである。なお、施工時の盛土内の過剰間隙水圧を速やかに低下させる目的で、ネステムの下側には排水機能を有する不織布(500 mm幅)を水平間隔2.5 mで敷設した。



図一八 盛土補強の施工事例

### 3.2 補強土壁の工事例

本事例は、急峻な山岳地の道路建設工事において施工した巻込み式の補強土壁であり、その仕様は最大壁高11.5 m、のり面勾配1:0.5である。補強土壁断面を図一9に、完成後の植生が繁茂した状態を写真一1に示す。使用した盛土材は、細粒分含有率が55%の現地発生土の粘性土である。最適含水比が25%であったが切土直後の自然含水比が30~40%と高かったため、補強土壁の施工が天候に左右されやすく、施工性の極めて悪い土であった。施工にあたっては、土の含水状態に注意し、曝気等を行い無事に施工を終了した。動態観測としては、施工中の壁面の水平変位を計測したが、施工終了時の水平変位は最大で10 mmと極めて小さいものであった。



図一九 補強土壁の施工事例



写真一1 補強土壁の完成後の状態

### 4. あとがき

ここで示した施工事例は、ネステムのみではなくジオグリッド全般に共通して使用できる工法である。この補強盛土工法は、現場発生土が利用でき、さらに盛土のり面を従来より急勾配にできるため、そのコストと用地を最小限に抑さえることが可能となるという点で、山岳地の盛土等では有効な工法になるものである。今後、施工実績の増加や技術的改善を通じて都市部においても一般的な工法と認められるようその発展に尽力していきたいと考える。

#### 【問い合わせ先】

〒105-07 東京都港区芝浦一丁目2-3 清水建設(株) 土木本部技術第一部  
TEL. 03-5441-0554 FAX. 03-5441-0508