

지오웨브(Geoweb)에 의한 軟弱地盤의 道路 設計・施工

柳 基 松

(農漁村振興公社 農漁村研究院 材料・土質試驗室長)

1. 概 要

지오웨브는 지오신세틱스(Geosynthetics)의 일종으로서 고밀도폴리에틸렌(HDPE) 수지로 제조한 폭 20cm, 두께 1.27mm의 띠 형태로 된 것을 약 33(66)cm 간격으로 초음파로 용접하여 만든 것인데 이 지오웨브섹션(Geoweb section)을 펼치면 그림. 1과 같이 벌집상태로 되며, 현장에는 이것을 접은 상태로 운반한다.

해변의 모래사장을 걸어 가면 모래가 이완되어 바로 지반이 파괴 되지만 모래가 구속된 상태에서는 쉽게 이완되지 않으므로 압축강도가 크고 또한 지지력도 더 크게 된다.

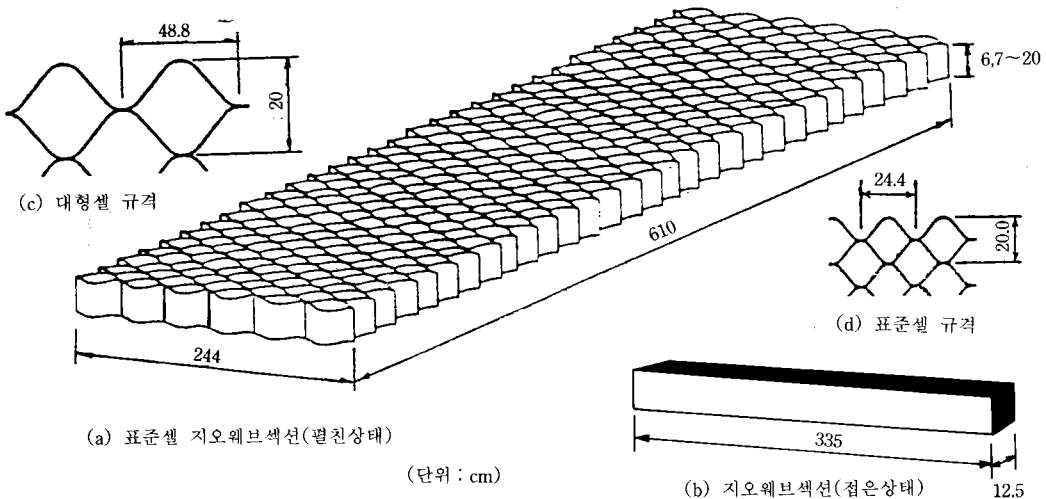
이러한 원리를 이용하여 1970년대 후반에 미공병단과 플라스틱 제품회사(Presto Products Co.)가 공동개발한 제품이 지오웨브인데 미국

을 비롯하여 캐나다 및 유럽지역에서 각광을 받고 있다.

따라서 지오웨브시스템은 지반보강용 토목섬유포 및 지오그리드와는 달리 지오웨브의 셀(Cell)내에 흙을 채운 복합시스템구조로서 지지력을 발휘한다.

지오웨브의 물성은 약간 높은 온도에서 벤젠과 사염화탄소에 약간 녹으나 상온에서는 녹지 않으며, 산과 알칼리에 강하여 100%의 황산과 염산 중에 24시간 동안 담가 두어도 전혀 영향을 받지 않으므로 고밀도폴리에틸렌을 불화수소산 등 산용액의 용기로도 사용할 수 있다.

자외선에 의한 변질을 막기 위하여 1.5~2%의 탄소를 첨가하여 내구성이 향상되었으며, 이것은 직사광선이 노출되지 않는 지중(地中)에 사용하는 것이 좋다.



(a) 표준셀 지오웨브섹션(펼친상태)

(단위 : cm)

(b) 지오웨브섹션(접은상태)

그림. 1. 지오웨브(예)

용도로는 사면보호공, 구조물기초보강, 직립 또는 계단식옹벽 등에 이용되고 있으며, 우리나라에서는 1991년에 한승건설(주)에서 기술을 도입하여 보급하고 있는데 가설도로기초, 옹벽 및 사면보호용 등으로 사용된 실적이 있다.

따라서 본고에서는 지오웨브에 의한 지반보강 설계·시공에 대하여 간단히 소개하고자 한다.

2. 지오웨브에 의한 地盤補強設計

가. 지오웨브의 製品規格

지오웨브의 제품은 표준셀 지오웨브와 대형셀 지오웨브가 있는데 전자는 높이에 따라 5종류가 있으며, 그 상세한 내역은 표-1과 같다.

나. 지오웨브에 의한 支持力

지오웨브에 의한 기초지반의 지지력은 정적

상태의 지지력으로서 종래의 소성한계상태를 적용하며, 기초지반상의 지오웨브와 그 안에 채운 흙 복합체의 파괴매커니즘은 그림. 2와 같이 외력(P)이 각 지오셀(Geocell)내의 흙과 그 벽체 사이의 마찰력을 초과하여 셀 내의 흙이 기초지반을 밀어내야 파괴된다.

이러한 파괴매커니즘에서의 외력은 지오웨브·흙의 복합시스템에 의하여 지지되는데 이때 극한지지력은 Terzaghi 공식을 응용한 다음 식(2)의 Koerner 공식²⁾을 이용하여 계산할 수 있다.

그러나 Presto사(社)의 직원 연수교육 교재에서는 식(2)의 3항과 4항을 무시하고 2항의 ζ_c 는 1로, 1항에서 h/d (h : 지오웨브의 높이, d : 지오셀의 지름)을 곱한 공식을 사용하고 있어 Koerner박사와는 다른 견해를 가지고 있다.

표-1. 지오웨브 製品의 規格과 물성¹⁾

항목	제품	표준셀 지오웨브	대셀형 지오웨브
규격	펼친 폭 (cm)	244	244
	펼친길이 (cm)	610	1,218
	높이 (cm)	6.7, 7.6, 10, 15, 20	10
적	판 두께 (cm)	0.127±0.064	
	마디 용접간격 (cm)	33±0.25	66±0.25
소재	재	고밀도폴리에틸렌(HDPE)	
단위중량 (gf/cm ³)		0.941~0.965	
탄소(카본블랙) 함량(%)		1.5~2	
제조방법		폭 6.7~20cm, 길이 335cm의 판 60매를 약 33cm 간격으로 마디용접을 하여 제조	폭 10cm, 길이 335cm의 판 60매를 약 66cm 간격으로 마디 용접을 하여 제조

지오웨브 규격별 제원

표준셀 지오웨브 번호	높이 (cm)	이음부 강도 (kgf)	섹션당 무게 (kgf)	대형셀 지오웨브 번호	높이 (cm)	이음부 강도 (kgf)	섹션당 무게 (kgf)
8208	20	204	52	LC 8408	20	204	52
8206	15	145	39	LC 8406	15	145	39
8204	10	102	26	LC 8404	10	102	26
8203	7.6	86	19	LC 8403	7.6	86	19
8202.6	6.7	61	17		-	-	-

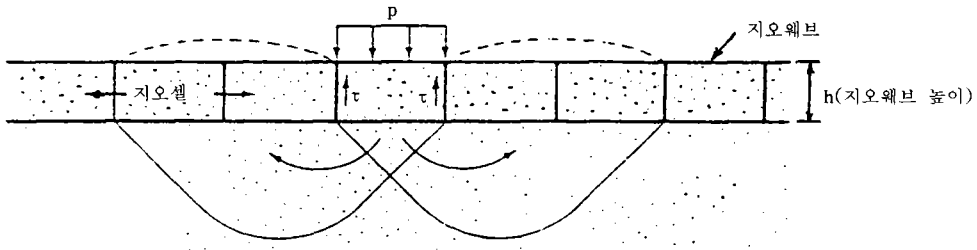


그림. 2. 지오웨브시스템의 파괴 매커니즘

표-2. 支持力計數³⁾

$$\tau = K_a \cdot P \cdot \tan \delta \dots\dots\dots(1)$$

$$q_u = 2\tau + C N_c \zeta_c + 0.5 \gamma_r B N_r \zeta_r + \gamma_q D_f N_q \zeta_q \dots\dots(2)$$

여기서, τ : 지오웨브 벽체와 그 안에 채운 흙사이의 전단강도(tf/m^2)

K_a : Rankine의 주동토압계수

$$K_a = (1 - \sin \phi) / (1 + \sin \phi)$$

ϕ : 지오셀 내부에 채운 흙의 내부 마찰각($^\circ$)

P : 지오웨브에 작용하는 연직응력 (tf/m^2)

δ : 지오웨브 벽체와 그 안에 있는 흙사이의 마찰각($^\circ$)
(모래와 HDPE사이의 마찰각, $\delta = 18^\circ$)²⁾

q_u : 지오웨브에 의한 기초지반의 극한지지력(tf/m^2)

C : 지반토의 점착력(tf/m^2)

N_c, N_r, N_q : 기초지반토의 지지력계수(표-2 참조)

$\zeta_c, \zeta_r, \zeta_q$: 기초의 형상계수(표-3 참조)

γ_q, γ_r : 지오셀 내부의 흙 및 그 하부지반토의 단위중량(tf/m^3)

B : 기초의 최소폭 여기서서는 지오셀의 폭(m)

D_f : 기초의 근입심도 여기서서는 지오셀의 높이h(m)

ϕ	N_c	N_q	N_r	N_q/N_c	$\tan \phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75

38	61.35	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19

3. 地盤補強 지오웨브의 施工

지오웨브의 시공방법은 사면보호, 옹벽 및 기초보강 등 工種에 따라 다르며, 여기서는 가설도로용 지오웨브 시공에 대하여 기술하면 다음과 같다.

① 예상되는 교통하중에 적합한 지반폭을 준비한다. 지오웨브섹션을 지반에 직접 설치할 경우에는 지반의 지지력(CBR)가 5이상 되어야 하며, 그 이하이면 지반을 개량해야 한다.

② 지오웨브섹션은 지반에 직접 설치하는데 지반토와 지오웨브시스템을 분리해야 할 경우는 토목섬유를 지표면에 부설하고 그 위에 지오웨브를 설치한다.

③ 지표면에 실을 띄우거나 백회(白灰)를 뿌려서 치수가 가로 244cm, 세로 610(1,218)cm가 되도록 한 후 이에 맞게 지오웨브섹션을 펼친다. 이때 각개의 지오셀 규격이 일정하게 하기 위해서는 소요 규격보다 30~60cm 정도 더 잡아 늘린 후 소요 규격으로 줄어들 때 고정시켜야 한다.

④ 인접 지오웨브섹션은 지오셀이 서로 10cm 겹치고 다른 편은 서로 맞물리게 설치한다.

⑤ 가장자리 셀 내에는 삽으로 흙을 채우거나 임시 말뚝을 박아서 지오웨브섹션이 이동되지 않게 고정시키며, 또한 성토시에 움직이지 않게

표-3. 基礎型常計數³⁾

기초형상	형 상 계 수		
	ζ_c	ζ_r	ζ_q
연속기초	1.0	1.0	1.0
장방형기초	$1+(B/L)(N_q/N_c)$	$1-0.4(B/L)$	$1+(B/L)\tan\phi$
정방형기초	$1+(N_q/N_c)$	0.6	$1+\tan\phi$

기계적으로 스테플(Staple), 호그(Hog) 또는 결속선 등으로 지오웨브섹션을 고정시킨다.

⑥ 로더(Front-end Loader)로 지오웨브셀 내부에 흙을 채운다. 이때 지오웨브 상단 보다 더 높게 흙을 채워서 지오셀을 보호해야 하는데 일반적으로 자갈의 경우는 5cm, 모래는 10cm 이상 더 높게 성토하며, 이 뚜개는 성토장비에 의하여 결정된다.

⑦ 도로포장공사 설계도서 및 시방서에 따라 다음 단계의 작업을 한다.

4. 結 言

이상으로서 지오웨브시스템에 의한 지반보강 설계·시공에 대하여 간단히 소개하였는데 이 공법은 토목섬유포(布) 및 지오그리드(Geogrid)에 의한 기초보강공법 등 타공법과 함께 그 수요가 점차 확대될 것으로 전망된다.

參 考 文 獻

1. 한승건업(주) 편(1992) : Geoweb cellular Confinement System.
2. Robert M. Koerner(1990) : Designing with Geosynthetics(2nd Edition), Prentice-Hall, Englewood cliffs, N. J. PP. 535-542.
3. Robert M., Koerner(1984) : Construction and Geotechnical Methods in Foundation Engineering, McGraw-Hill Book Company.