

## 수동저항부가 형성된 띠형 섬유보강재의 인발저항 특성

### Pullout Resistance of Geosynthetic Strip with Rounded Band Anchor

이 광 우<sup>1</sup> Lee, Kwang-Wu

조 삼 덕<sup>2</sup> Cho, Sam-Deok

한 중 근<sup>3\*</sup> Han, Jung-Geun

홍 기 권<sup>4\*</sup> Hong, Ki-Kwon

#### ABSTRACT

This paper describes the results of pullout tests in the laboratory, which are conducted to assess the pullout performance of recently developed geosynthetic strip reinforcement with rounded band anchor. The geosynthetic strip can be used as reinforcements in reinforced soil wall with concrete block facing. The pullout resistance of the geosynthetic strip with rounded band anchor is mobilized by the combination of the interface friction between soil-reinforcement surface and the passive soil resistance caused by the rounded band anchor. Therefore, both the friction resistance and the passive resistance have to be considered in design. From the pullout test results, when the rounded band anchor are formed in the end part of the geosynthetic strip, pullout strength increases about from 10% to 65%. The passive resistance can be evaluated based on the pullout test results.

#### 요 지

본 연구에서는 수동저항부를 형성시킨 띠형 섬유보강재의 인발저항 특성을 평가하기 위해 일련의 실내인발시험을 수행하였다. 이 띠형 섬유보강재는 중간에 길이방향으로 접힘홈이 형성되어 있어 보강재를 반쪽으로 접어 콘크리트 블록에 직접 체결할 수 있고 후단부에는 보강재를 ‘∩’ 형태로 세워서 수동저항부를 형성시킬 수 있다. 이 띠형 섬유보강재는 후단부에 수동저항부가 형성되어 있기 때문에, 흙과 보강재 사이의 표면마찰저항과 수동저항부에서의 지지저항력이 함께 발현되는 인발저항 특성을 가진다. 따라서, 인발저항 평가시 마찰저항과 지지저항을 각각 산정하여 설계에 반영해야 한다. 일련의 인발시험 결과 수동저항부를 형성시키면 인발저항강도가 10~65% 정도 증가하고 수직응력이 클수록 증가량이 점차 커지는 경향을 보이는 것으로 나타났으며, 이를 근거로 수동저항부 형성에 의해 발현되는 지지저항력 산정 방법을 제안하였다.

**Keywords :** Pullout test, Geosynthetic strip reinforcement, Reinforced soil wall, Pullout resistance, Passive resistance

#### 1. 서 론

보강토옹벽은 일반적으로 전면벽체, 보강재 및 뒤채움흙 등으로 구성된다. 전면벽체는 보강토옹벽의 외관을 형성하고 뒤채움흙의 국부적인 유실을 방지하는 역할을 하며, 보통 콘크리트 패널이나 블록을 사용한다. 보강재는

뒤채움흙과의 상호작용에 의하여 중력식용벽 개념의 보강토체를 이루며, 1960년대에 아연도강판 보강재가 개발되어 적용된 이래로 다양한 종류의 보강재가 개발되어 사용되고 있다. 이들 보강재는 재질에 따라 크게 금속성 보강재와 토목섬유 보강재로 구분할 수 있고, 형상에 따라서는 띠형 보강재, 전면 포설형 보강재 등으로 구분할 수 있다.

- 1 정희원, 한국건설기술연구원 지반연구실 전임연구원 (Member, Research Specialist, Geotechnical Engineering & Tunnelling Research Division, Korea Institute of Construction Technology)
- 2 정희원, 한국건설기술연구원 지반연구실 선임연구위원 (Member, Senior Research Fellow, Geotechnical Engineering & Tunnelling Research Division, Korea Institute of Construction Technology)
- 3\* 정희원, 중앙대학교 건설환경공학과 부교수 (Member, Associate Professor, Dept. of Civil & Environmental Engineering, Chung-Ang Univ., E-mail: jghan@cau.ac.kr)
- 4\* 정희원, 중앙대학교 그린테크연구소 전임연구원 (Member, Associate Researcher, Green Tech Ins., Chung-Ang Univ., E-mail: kkhong@cau.ac.kr)

전면벽체로 콘크리트 패널을 사용하는 패널식 보강토 옹벽에는 주로 금속재 혹은 띠형 섬유보강재가 적용되어 오고 있으며, 블록식 보강토 옹벽에는 주로 지오그리드가 보강재로 적용되고 있다. 국내에 보강토 옹벽이 처음 도입된 1980년대 초 이래로 1990년대 중반까지는 패널식 보강토 옹벽이 활용되었으나, 크게 활성화되지는 못하였다. 이후 1994년 지오그리드와 함께 블록식 보강토 옹벽이 도입되면서 보강토 옹벽 시장이 크게 활성화되기 시작하여 기존의 콘크리트 옹벽을 급속도로 대체하고 있다(한국토목섬유학회, 2006). 블록식 보강토 옹벽은 패널에 비해 보다 수려한 외관을 창출할 수 있고, 경제적인 시공이 가능하다. 따라서 국내의 경우 블록식 보강토 옹벽이 시장을 선도하고 있고, 다양한 형태의 블록과 보강재가 개발되어 경제성, 경관성, 시공성, 구조 안정성 등에서 저마다의 장점을 부각시키며 현장에 적용되고 있다.

특히, 최근에는 경관성 및 경제성 측면에서 패널식에 비해 우수한 특성을 가진 것으로 평가되는 블록식에 적용할 수 있는 띠형 섬유보강재가 국내에서 개발되어 현장에 적용되고 있다(이광우 등, 2010). 이 띠형 섬유보강재는 폭

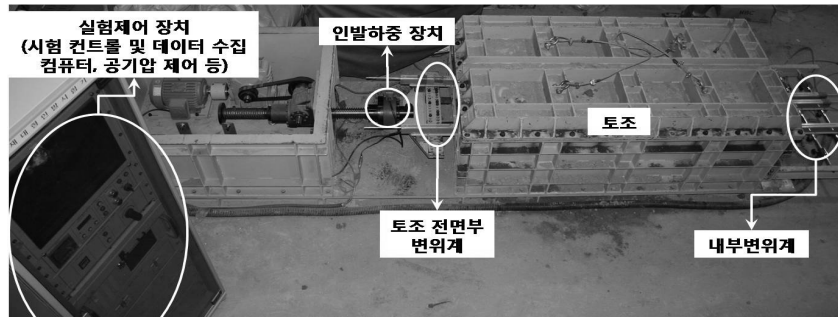
중간에 길이방향으로 접합홈이 형성되어 있어 반쪽으로 접어 블록에 직접 체결할 수 있고, 후단부에는 수동저항부를 형성할 수 있도록 하여 인발저항 특성을 개선한 특징이 있다. 따라서 수동저항부가 형성된 띠형 섬유보강재의 인발저항력은 표면의 마찰저항과 후단부(수동저항부)에 의한 지지저항에 의해 발현된다.

본 연구에서는 국내에서 개발한 띠형 섬유보강재의 공학적 특성, 구조 안정성, 현장 적용성 등을 평가하기 위한 연구의 일환으로 수행되었으며, 본 논문에서는 후단부에 형성되는 수동저항부가 인발저항 특성에 미치는 영향을 평가하기 위하여 일련의 실내인발시험을 수행하였다.

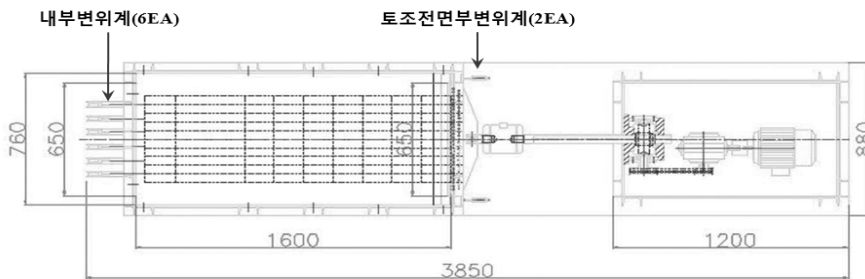
## 2. 실내인발시험

### 2.1 실험장비

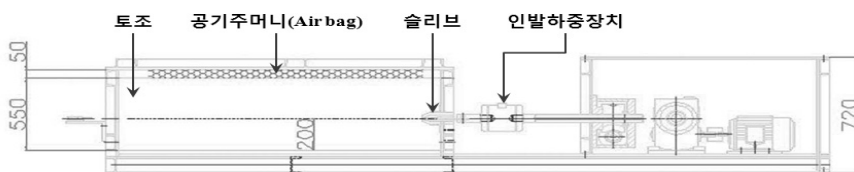
인발시험은 다양한 형태의 보강재에 대한 흙/보강재 사이의 마찰특성을 평가하여 최종적으로 토체에서 보강재가 인발될 경우 흙/보강재 사이의 인발저항 특성을 결정하는



(a) 인발시험기 주요 구성



(b) 평면도



(c) 정면도

그림 1. 인발시험장비

시험이다.

본 연구에서 사용한 인발시험 장비는 그림 1에서 보듯이 토조와 공기압에 의한 구속하중 재하장치, 인발하중 재하장치, 데이터수집부 등으로 구성되어 있다. 토조의 내부 치수는 길이 160cm, 폭 76cm, 깊이 55cm로 ASTM D 6706-1 (2003)의 최소 권고치(길이×폭×깊이 = 61cm×46cm×30.5cm) 보다 크게 제작되었으며, 700kN/m<sup>2</sup>의 내압에 견딜 수 있는 강성을 가지고 있다. 변위계를 이용하여 토조 내부에 설치된 보강재의 내부변위를 측정할 수 있으며, 구속압력은 공기주머니(air bag)를 이용하여 최대 200kN/m<sup>2</sup>까지 재하할 수 있다. 또한 인발변위는 최대 220mm까지 측정할 수 있고, 인발하중은 최대 200kN까지 시험할 수 있다.

## 2.2 사용 재료

본 연구에서 사용한 띠형 섬유보강재는 고강도 폴리에스테르(PET)사를 사용하여 폭 70mm의 편평한 띠형으로 만든 후 폴리에틸렌(PE)수지로 피복하는 방법으로 제작되었다. 이 띠형 섬유보강재의 중간에는 길이방향으로 접힘홈이 형성되어 있어 반쪽으로 접어 블록에 직접 체결할 수 있고, 후단부에는 ‘∩’ 형으로 세워서 수동저항부를 형성한다(그림 2 참조). 그림 3은 실험에 사용한 띠형 섬유보강재에 대한 인장강도시험 결과를 보여 준다. 인장강도시험은 ISO 10319에 규정된 인장강도시험법에 따라 종류별로

5회 이상을 실시하였다. 인장강도시험 시, 클램프 사이의 시료 파지길이는 30cm로 하였고, 시료 중심부 12cm를 대상으로 Laser Extensometer를 이용하여 인장변형을 측정하였다.

한편, 인발시험에 사용한 성토재의 공학적 특성은 표 1에 나타난 바와 같이, 200번째 통과율이 4.07%이고, 통일분류법상 SW로 분류할 수 있다. 또한 흙시료의 비중( $G_s$ )은 2.67이고, 소성지수는 N.P로 나타났다. 흙시료에 대한 표준나짐시험 결과, 최적함수비(OMC)와 최대건조밀도( $\gamma_{d,max}$ )는 각각 14.05%와 18.82kN/m<sup>3</sup>인 것으로 평가되었다. 또한 직접전단시험 결과, 흙시료의 강도정수는 점착력과 내부마찰각이 각각 8.66kN/m<sup>2</sup>와 35.5°인 것으로 확인되었다.

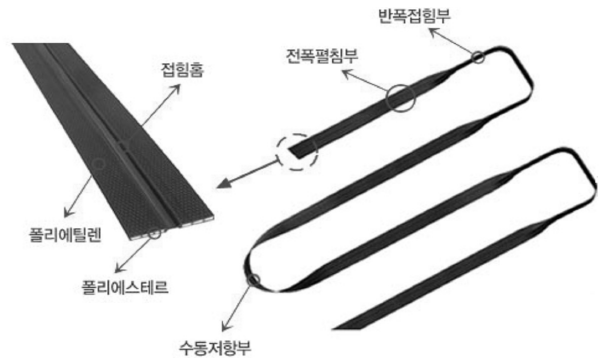
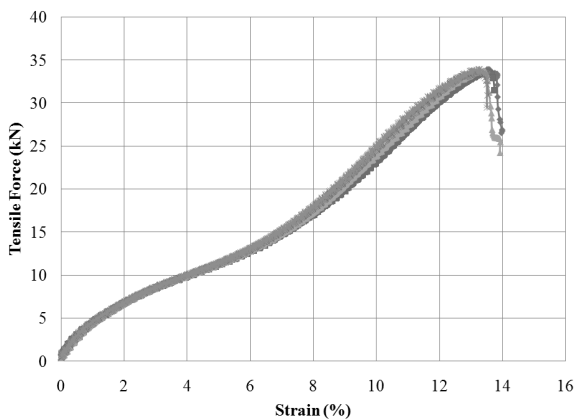


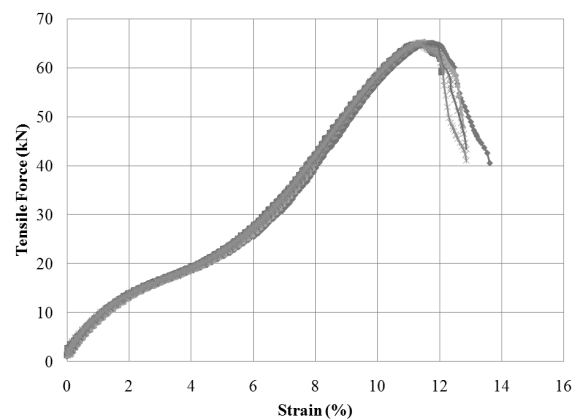
그림 2. 인발시험에 사용한 띠형 섬유보강재

표 1. 흙시료의 공학적 특성

비중 ( $G_s$ )	자연 함수비 ( $w_n$ , %)	소성지수 ( $PI$ , %)	U.S.C.S	나짐시험		직접전단시험	
				최적함수비 (OMC, %)	최대건조밀도 ( $\gamma_{d,max}$ , kN/m <sup>3</sup> )	점착력 ( $c$ , kN/m <sup>2</sup> )	내부마찰각 ( $\phi$ , °)
2.67	9.58	N.P.	SW	14.05	18.82	8.66	35.53



(a) 25kN 보강재

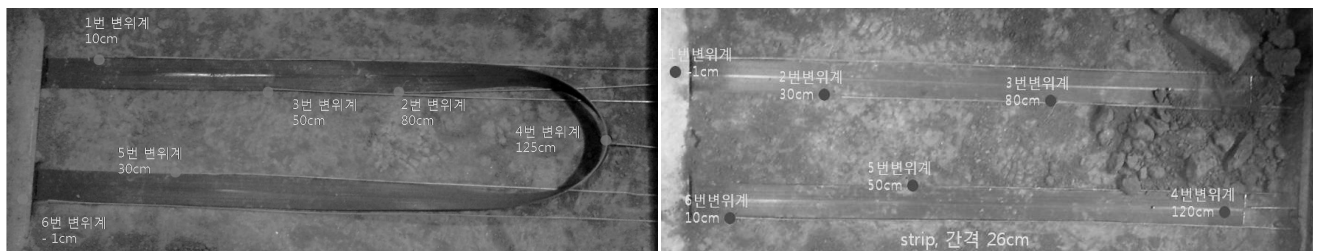


(b) 50kN 보강재

그림 3. 인장강도시험 결과

표 2. 보강재 인발 시험 계획

구분	보강재 폭	생산자 제시 인장강도(kN)	수동저항부 형성 유무	수직 하중 (kPa)
S5-25	5cm	25	X	50, 100, 150
B5-25			O	50, 100, 150
S5-50		50	X	50, 100, 150
B5-50		O	50, 100, 150	
S7-25	7cm	25	X	50, 100, 150
B7-25			O	50, 100, 150
S7-50		50	X	50, 100, 150
B7-50		O	50, 100, 150	



(a) 수동저항부가 있는 경우

(b) 수동저항부가 없는 경우

그림 4. 인발시험시 내부 변위계 설치 위치



(a) 하부층 다짐 및 보강재 포설

(b) 벽면마찰 저감 처리

(c) 상부층 다짐

(d) 토조 조립

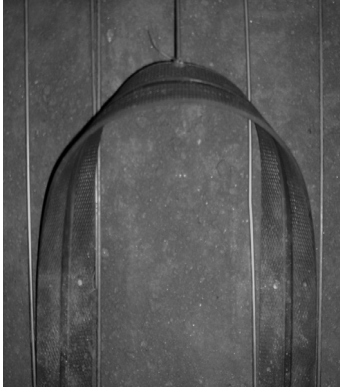
그림 5. 인발시험 과정

### 2.3 실험 종류 및 방법

수동저항부가 형성된 띠형 섬유보강재의 인발저항력은 표면마찰력뿐 아니라 수동저항부에 의한 수동저항력이 함께 작용하기 때문에, 보강재의 폭 및 인장강도가 인발저항 특성에 미치는 영향이 상당히 크다. 따라서 이 띠형 섬유보강재의 폭 및 인장강도가 인발저항 특성에 미치는 영향을 평가하기 위하여, 표 2에 보인 바와 같이 폭 5cm 및 7cm인 보강재 각각에 대해 생산자 제시 인장강도가 25kN 및 50kN인 띠형 섬유보강재를 대상으로 일련의 인발시험을 실시하였다. 또한 띠형 섬유보강재의 후단부에 형성되는 ‘∩’형 수동저항부의 지지저항 특성을 평가하기 위하여, 수동저항부가 있는 경우(그림 4(a))와 없는 경우(그림 4(b))에 대한 인발시험을 각각 실시하였다. 한편, 보강재의

인장 특성을 고려하여 그림 4에 나타난 바와 같이 6개 지점에서의 내부변위를 측정하였다.

인발시험시 보강재 설치간격은 토조의 크기를 고려하여 260mm로 하였으며, 수동저항부 형성 시 ‘∩’형 영역에서 지반과 보강재의 이격을 방지하기 위하여 못으로 보강재를 지반에 고정하였다. 한편, 인발시험시 흙시료의 다짐도를 일정하게 하기 위해, 뒤채움 토사의 함수비를 최적 함수비와 유사하게 유지 하였고, 램마를 사용하여 매회 동일한 방법으로 다짐작업을 수행하였다. 또한 인발시험 중에 토조 내부 벽면마찰의 영향을 최소화하기 위해, 오일(oil)과 비닐랩을 이용하여 마찰저감처리를 실시하였으며, 인발하중은 1mm/min의 변위제어 방식으로 재하 하였다. 그림 5는 인발시험 모습을 보여 준다.



(a) 지지저항영역 형성



(b) 다짐 종료 후 지지저항영역



(c) 실험종류 후 지지저항영역

그림 6. 인발시험 전후의 지지저항영역

### 3. 실험결과

#### 3.1 인발시험에 따른 수동저항부의 형성

흙 속에 묻혀있는 보강재의 인발저항력은 흙과 보강재 접촉면에서 발생하는 표면마찰저항력과 보강재에 부착된 돌기 또는 횡방향 부재에 의한 지지저항력의 합으로 나타난다.

그림 6은 인발시험 전후의 보강재 시편 형태를 보여 준다. 그림 6(a)는 하부 지반층을 조성한 후 보강재 시편을 설치한 모습이고, 그림 6(b)는 상부 지반층 다짐으로 인한 수동저항부의 변형 모습을 보여 준다. 그림 6(c)는 인발시험 종료 후 상부 다짐흙을 제거했을 때의 수동저항부 모습이다. 그림 6(b)에서 알 수 있는 바와 같이 상부 성토흙 다짐으로 인해 보강재의 수동저항부가 하부 지반층 쪽으로 대략 30°~40° 정도 기울어져 있다. 그러나 인발시험이 완료된 이후에는 그림 6(c)에서 알 수 있는 바와 같이 수동저항부가 하부지반면과 수직에 가까운 상태로 변하게 된다. 즉, 상부 성토흙의 다짐하중으로 인해 수동저항부가 기울어진 상태를 형성하게 되지만, 인발하중이 가해지면 보강재가 토체 내에서 인발되면서 수동저항부가 점차 수직에 가까운 형태로 변화하게 되어 지지저항력이 점진적으로 발현하게 된다.

#### 3.2 선단 인발변위-인발력 관계

인발시험 결과 선단 인발변위에 따른 인발력 관계를 그림 7에 나타내었다. 표 2 및 그림 7에 나타낸 실험 종류에서 S는 수동저항부가 없는 경우(그림 4(b) 참조)에 대한

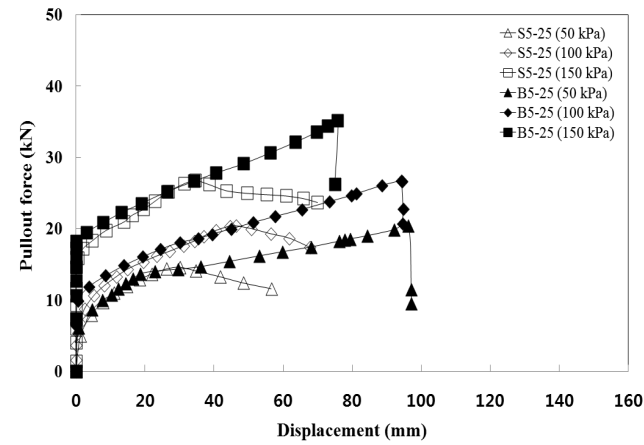
인발시험을 의미하고, B는 수동저항부가 있는 경우(그림 4(a) 참조)를 의미한다.

그림 7을 살펴보면, 수동저항부가 형성되어 있지 않으면, 인발변위에 따른 인발력은 최대값에 도달한 이후 점차 감소하게 되고, 수직하중이 크고 폭이 넓을수록 더 큰 인발변위에서 최대값에 도달하는 경향을 보인다. 반면에, 수동저항부가 형성되어 있는 경우에는, 모든 실험에서 선단 인발변위가 커짐에 따라 인발력이 계속 증가하다 최대값에 도달한 이후 급격히 인발력이 감소하는 경향을 보인다.

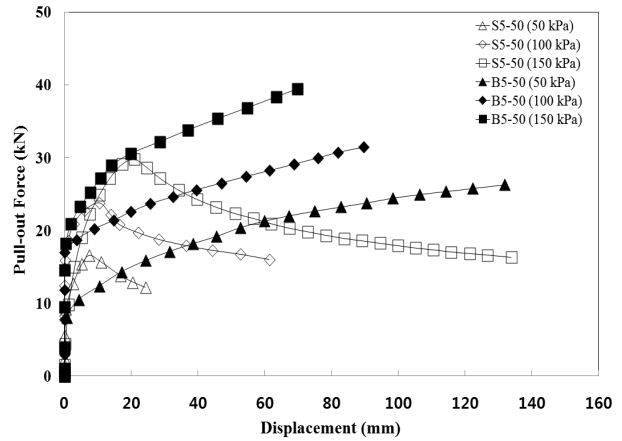
또한, 제품강도 및 수직하중에 관계없이 인발하중 재하 초기에는 수동저항부가 형성되어 있는 경우와 없는 경우의 곡선이 거의 동일한 경로를 보이다가, 인발변위가 어느 수준까지 도달한 이후에는 수동저항부가 있는 경우의 인발력만 30%~70% 정도 더 증가한다. 이와 같은 거동 특성을 보이는 원인은, 인발하중 재하 초기에는 선단부에 인접한 부분에서의 흙-보강재 표면마찰에 의해 인발력이 발생하고, 인발하중이 증가하여 표면마찰저항력 보다 커지게 되면 수동저항부에서의 지지저항력이 발현되기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 수동저항부가 형성되어 있지 않은 경우의 인발력은 흙-보강재 사이의 표면마찰력에 의해서만 발현된 것으로 볼 수 있으며, 수동저항부가 형성되어 있는 경우의 인발력에서 수동저항부가 없는 경우의 인발력을 빼면 수동저항부에 의해 발현된 지지저항력을 산정할 수 있다.

#### 3.3 끝단 인발변위-인발력 관계

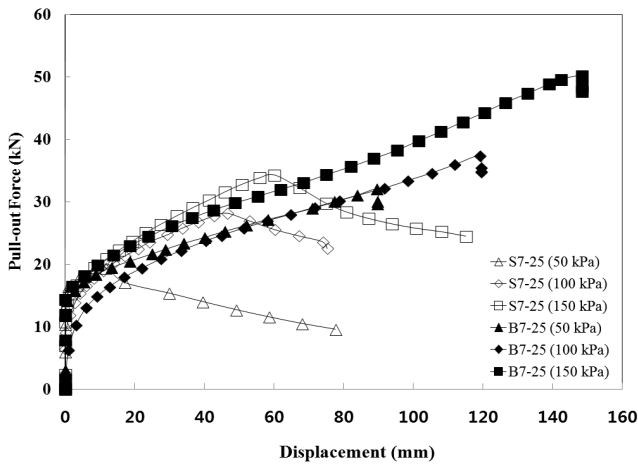
인발시험 결과 인발력-인발변위 관계로부터 각각의 수직응력에 대한 인발저항력의 침두값 또는 잔류값을 얻을



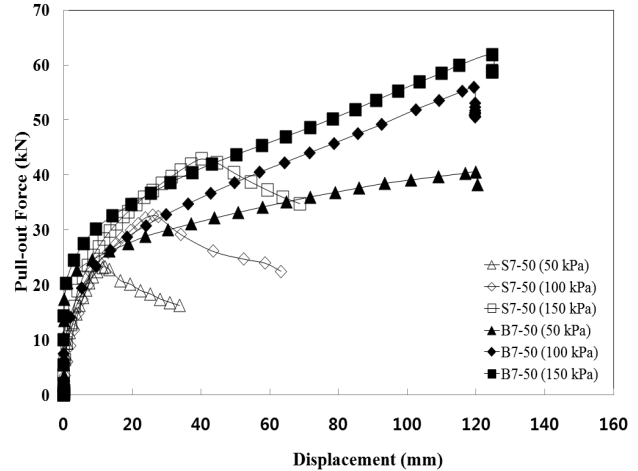
(a) 폭 5cm, 인장강도 25kN 보강재



(b) 폭 5cm, 인장강도 50kN 보강재



(c) 폭 7cm, 인장강도 25kN 보강재



(d) 폭 7cm, 인장강도 50kN 보강재

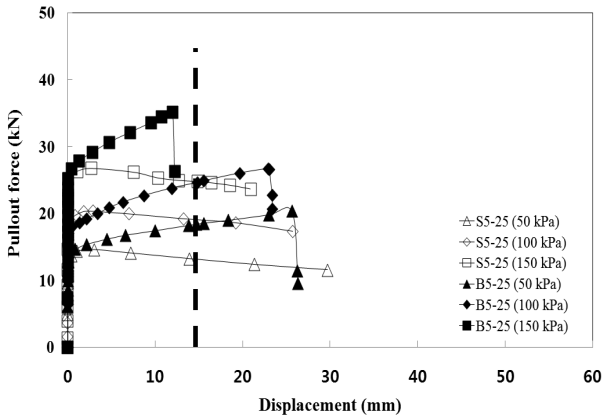
그림 7. 수직하중 크기별 선단부 인발변위에 따른 인발력

수 있으며, 이로부터 보강재의 인발저항 특성을 평가할 수 있다. 그림 7에 나타난 선단부 인발변위와 인발력의 관계를 살펴보면, 수동저항부가 없는 경우 선단 인발변위가 대략 10mm~60mm에 도달할 때 최대 인발력이 얻어진다. 또한 수동저항부가 있는 경우에는 선단변위가 대략 70mm~140mm에 도달할 때까지 인발력이 계속 증가하고 있다. 이에 본 연구에서는 인발저항력 평가를 위한 최대 인발력 결정 방법으로 Elias et al.(2001)에 제시된 방법을 적용하였다.

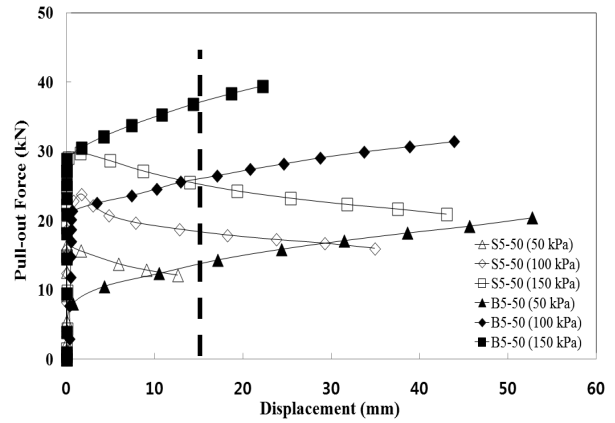
Elias et al.(2001)은 설계정수 산정을 위한 인발시험에 대해, 최소 시료 묻힘 길이는 600mm로 규정하였고, 최대 인발력 결정을 위한 변위기준을 비신장성 보강재(inextensible reinforcement)와 신장성 보강재(extensible reinforcement) 각각에 대해 제시하였다. 이 변위기준은 충분한 인발저항력이 발현되는 데 필요한 구조적인 변위를 제한한 것으로서, 최대 인발력이 발현되는 인발변위가 클 경우에 적용한

다. Elias et al.(2001)에 따르면, 금속재로 제조된 비신장성 보강재의 경우 최대 인발력이 흙 속에 묻힌 인발 시편의 선단부 인발변위가 20mm 보다 클 때 발생하면, 선단부 인발변위 20mm 일 때의 인발력을 최대 인발력으로 적용하여야 한다. 한편, 토목섬유와 같은 신장성 보강재의 경우에는 최대 인발력이 인발 시편의 끝단부 인발변위가 15mm 보다 클 때 발생하면, 끝단부 인발변위 15mm 일 때의 인발력을 최대 인발력으로 적용하여야 한다. 따라서 본 연구에서는 그림 8에 보인 시편의 끝단부에서의 인발 변위와 인발력의 관계로부터 최대 인발력을 결정하였다. 여기서 시편의 끝단부 인발변위는 그림 4에 표시한 4번 변위계의 측정값을 사용하였다.

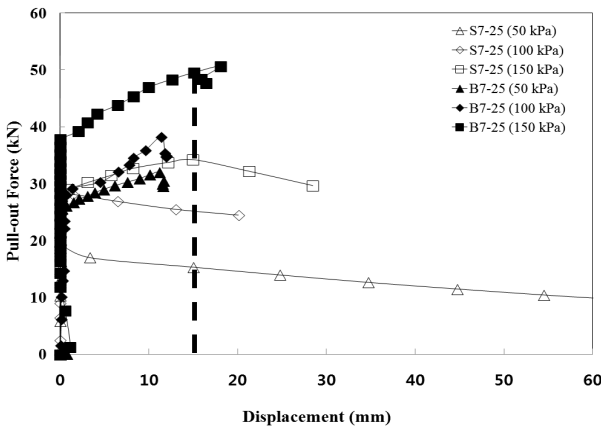
한편, 폭 7cm 보강재에 대한 인발시험 결과와 폭 5cm 보강재에 대한 인발시험 결과를 비교해 보면, 제품강도 및 수직하중에 관계없이 폭 7cm 보강재의 경우가 인발력이 더 큰 것으로 확인되었다. 이는 띠형 섬유의 폭이 클수록



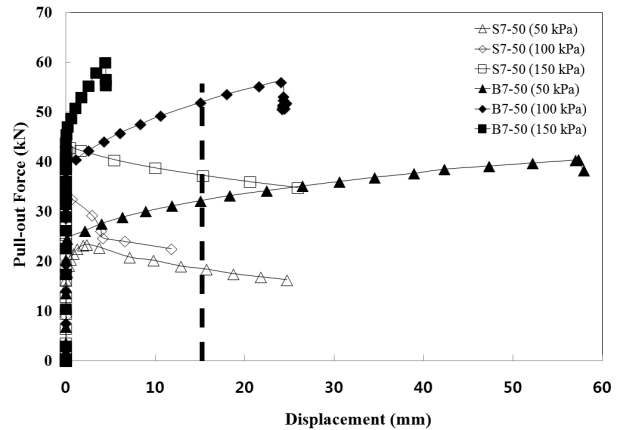
(a) 폭 5cm, 인장강도 25kN 보강재



(b) 폭 5cm, 인장강도 50kN 보강재



(c) 폭 7cm, 인장강도 25kN 보강재



(d) 폭 7cm, 인장강도 50kN 보강재

그림 8. 수직하중 크기별 끝단부 인발변위에 따른 인발력

표면마찰력이 증가하고 수동저항부의 크기가 더 커지기 때문인 것으로 판단된다.

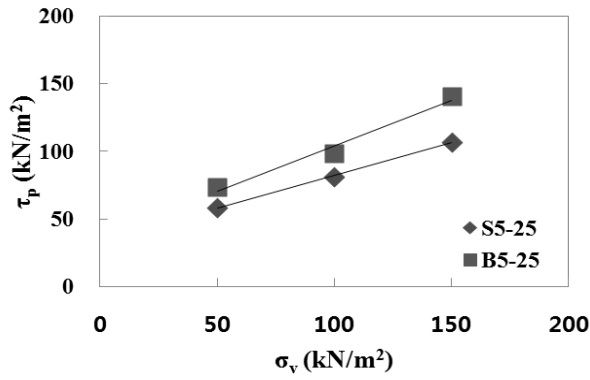
#### 4. 고찰

인발변위 기준(15mm)을 반영하여 구한 최대 인발력으로 부터 보강재 형태에 따른 인발저항강도를 산정한 결과를 그림 9에 나타내었다. 그림 9에서 알 수 있는 바와 같이 수동저항부를 형성시키면, 인발저항강도가 10~65% 정도 증가하고, 수직응력이 클수록 증가량이 점차 커지는 경향을 보인다.

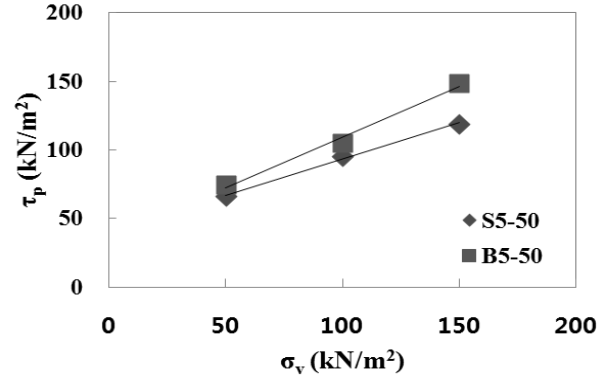
한편, 수동저항부가 형성된 섬유보강재의 인발저항력은 보강재 표면과 흡사이의 마찰저항력과 수동저항부에서의 지지저항력의 합으로 나타난다. 표면마찰저항은 인발저항영역 내에 있는 보강재의 길이( $L_e$ )가 증가할수록 증가되기 때문에,  $L_e$ 의 변화에 따른 영향을 고려하여 평가되어야 한다. 그러나 지지저항력은 끝단부에만 수동저항부가

형성되기 때문에,  $L_e$ 의 변화와 무관하게 수직응력만의 함수로 평가해야 한다. 따라서 마찰저항과 지지저항을 각각 산정하여 설계에 반영해야 한다.

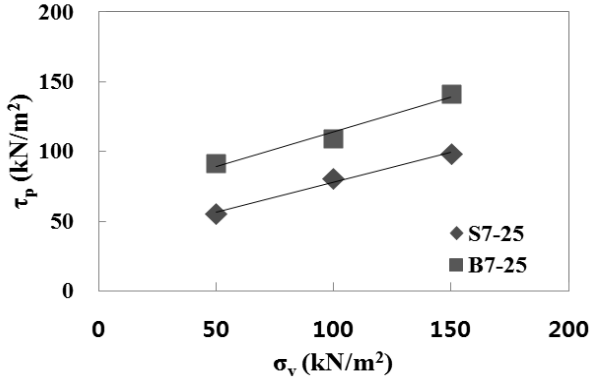
그림 8에 나타난 수동저항부의 형성 유무에 따른 인발 시험 결과에서 알 수 있는 바와 같이, 수동저항부가 형성되어 있지 않은 경우의 인발력은 흡-보강재 사이의 표면마찰력에 의해서만 발현된다. 또한 인발하중을 가하면 띠형 섬유보강재가 신장되고, 인발하중이 증가하면서 점차 보강재 끝단 쪽으로 인발저항 영역이 확장 된다. 즉, 인발하중 재하 초기에는 선단부에 인근한 부분에서의 흡-보강재 표면마찰에 의해 저항력이 발생하고, 인발하중이 증가하여 표면마찰저항력 보다 커지게 되면 수동저항부에서의 지지저항력이 발현 된다. 따라서 수동저항부가 형성된 경우의 최대 인발력에서 수동저항부가 없는 경우의 최대 인발력을 제외하면, 지지저항력을 산정할 수 있다. 이러한 관계로부터 수동저항부에 의해 발현된 지지저항을 평가한 결과를 그림 10에 나타내었다. 그림 10에서 알 수 있는 바



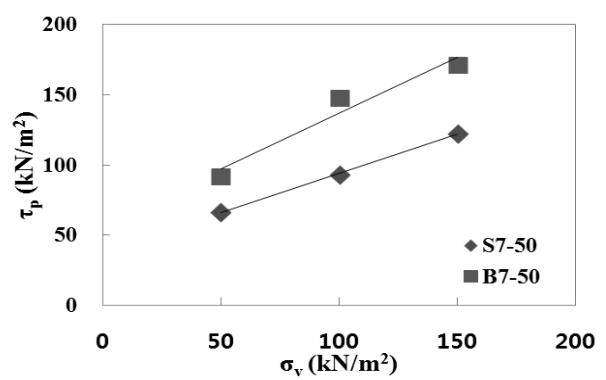
(a) 폭 5cm, 인장강도 25kN 보강재



(b) 폭 5cm, 인장강도 50kN 보강재

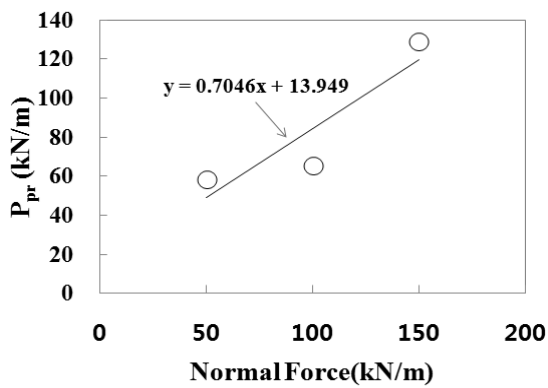


(c) 폭 7cm, 인장강도 25kN 보강재

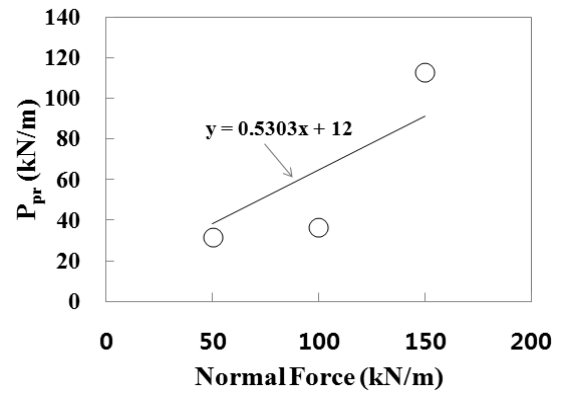


(d) 폭 7cm, 인장강도 50kN 보강재

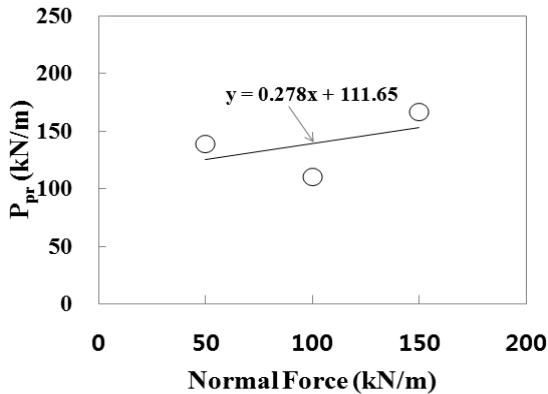
그림 9. 수직응력-인발저항강도 관계



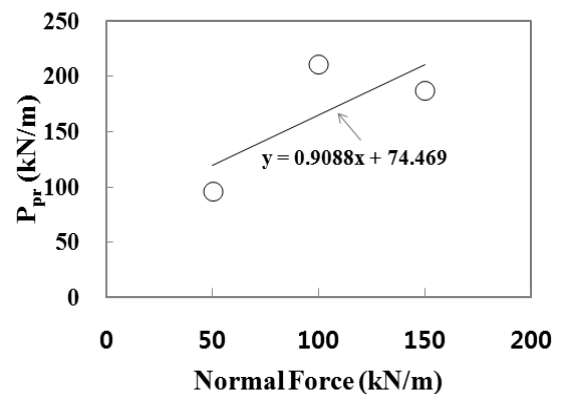
(a) 폭 5cm, 인장강도 25kN 보강재



(b) 폭 5cm, 인장강도 50kN 보강재



(c) 폭 7cm, 인장강도 25kN 보강재



(d) 폭 7cm, 인장강도 50kN 보강재

그림 10. 수동저항부에 의한 수직력-지지저항력 관계



와 같이 지지저항력은 수직력이 증가할수록 커지는 경향을 보이고 있고, 폭이 5cm인 경우보다 7cm인 경우에 지지저항력이 증가한다. 따라서 그림 10으로부터 지지저항력 평가를 위한 강도정수를 산정할 수 있다.

## 5. 결론

본 연구에서는 폭 5cm 및 7cm의 국내 개발 띠형 섬유보강재를 대상으로 수동저항부의 형성 여부에 따른 인발저항 특성을 평가하였다.

수동저항부를 형성시킨 띠형 섬유보강재의 인발저항력은 흙과 띠형 섬유보강재 표면 사이의 마찰저항력과 수동저항부에 의한 지지저항력의 합으로 평가할 수 있다. 표면 마찰저항력은 보강재 전체 길이에 걸쳐 발생되기 때문에 인발저항길이와 수직력의 크기에 따라 달라진다. 반면에 지지저항력은 보강재 후단부에만 수동저항부가 형성되기 때문에 수직력만의 합으로 평가할 수 있다. 따라서 수동저항부가 형성된 띠형 섬유보강재의 인발저항 특성은 표면 마찰저항과 지지저항 각각에 대해 평가되어야 한다. 지지저항력은 동일한 수직하중 및 지반조건하에서 수동저항부가 있는 경우와 없는 경우에 대한 인발시험을 각각 수행하여 수동저항부가 있는 경우의 실험결과에서 없는 경우의 결과를 감(-)함으로써 산정할 수 있다.

한편, 띠형 섬유보강재의 중심간격이 260mm가 되게 포설한 상태에서 수행한 인발시험 결과, 수동저항부를 형성

시키면 인발저항강도가 10~65% 정도 증가하고 수직응력이 클수록 증가량이 점차 커지는 경향을 보이는 것으로 나타나, 수동저항부가 인발저항력 증가에 크게 기여할 수 있는 것으로 평가할 수 있다. 또한, 일련의 인발시험을 통해 수동저항부 형성에 의해 발견되는 지지저항력 산정 방법을 제안하였다.

## 감사의 글

이 연구는 한국건설기술연구원의 주요사업인 “도시기후 영향 최소화 핵심 녹색 건설기술 개발”의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

1. 이광우, 김주형, 조삼택, 한중근, 윤원일, 홍기권 (2010), “띠형 섬유보강재의 장기성능 평가를 위한 실험적 연구”, *한국토목섬유학회논문집*, 제9권, 제4호, pp.75-84.
2. 한국토목섬유학회 (2006), *토목섬유의 특성 및 활용기법*, 구미서관.
3. ASTM D6706-01 (2003), *Standard Test Method for Measuring Geosynthetic Pullout Resistance in Soil*.
4. Elias, V., Christopher, B. R. and Berg, R. R. (2001), *Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes, Design and Construction Guidelines FHWA-NHI-00-043*, Washington, DC.

(논문접수일 2011. 8. 19, 심사완료일 2011. 9. 20)