

# 식생매트 고정용 앵커핀의 인발력 특성에 관한 연구

## Study on the Characteristics of Uplift Capacity of Anchor Pin for Fixing the Vegetation Mat

김현우\*, 김윤환\*\*, 김 철\*\*\*  
Hyun Woo Kim, Yun Hwan Kim, Chul Kim

### 요 지

최근 자연환경보전이라는 새로운 패러다임의 대두로 하천의 생태기능 향상을 위한 호안조성공법 중 하나인 식생매트호안 공법의 적용이 증가하고 있다. 국내 하천의 경우 비교적 큰 하상계수와 소류력의 증가로 식생매트 고정용 앵커핀의 기능 저하에 따른 호안의 피해가 발생하고 있다. 그러나 앵커핀의 외력저항성 연구 및 설치를 위한 기준이 마련되어 있지 않는 실정이다.

본 연구에서는 앵커핀의 인발특성을 연구함으로써 외력저항 특성을 파악하고자 하였다. 연구방법으로는 앵커핀을 관입시킨 토사에 인발장치를 연결하여 최대인발력과 인발력의 변화추이를 관찰하였다. 실험에 사용된 토사는 물다짐으로 다졌으며, 앵커핀은 식생매트 고정용으로 적용이 많은 이형철근형 앵커핀을 사용하였다. 대조군으로 형태가 동일한 원형철근을 이용하여 앵커핀을 제작 실험에 사용하였다. 실험조건은 앵커핀의 직경(10mm, 16mm)에 따른 주면과 침수토사의 배수시간 (48hr, 96hr, 144hr) 조절을 통한 함수율의 변화에 따른 인발특성을 관측하였다. 실험결과 평균 최대인발력의 변화는 48시간 배수시 직경변화에 따라 이형철근은 12.8N, 28N, 원형철근은 10.6N, 21N으로 나타났으며, 96시간 배수시 이형철근은 18.8N, 33N, 원형철근은 12.2N, 21.6N으로 나타났고, 144시간 배수시 이형철근은 21.4N, 36.4N, 원형철근은 20.4N, 33.2N으로 나타났다.

앵커핀의 인발력은 주면의 크기에 비례하며, 표면의 형태와 함수량에 따라 영향을 받는 것으로 나타났다. 따라서 이러한 앵커핀의 인발 특성을 파악하고, 식생호안에 적용한다면 피해를 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

**핵심용어 : 호안, 식생매트, 앵커핀, 인발**

### 1. 서 론

최근 국내 하천 정비사업의 방향은 하천환경의 중요성을 인식하고, 이를 반영하여 자연형 하천 복원사업으로 진행되고 있다. 이에 따라 하천호안은 인공재료 사용을 지양하고, 자연재료 및 식생의 도입을 통해 하천의 경관성 향상 및 자연성 회복을 꾀하고 있다. 이러한 공법중 대표적인 호안 공법이 식생매트 호안이다. 식생매트 호안공법은 매트 자체로는 제방 비탈의 안정을 확보할 수 없기 때문에 앵커핀을 이용하여, 매트를 비탈면에 고정시킴으로써 구조적인 안정성을 확보하고 있다. 그러나 강우 및 하천수의 지속적인 유입과 매트의 부식 및 파손에 따른 토사의 유실로 인해

\* 사이버회원 · 호남대학교 토목환경공학과 석사과정 · E-mail : [hwk2514@naver.com](mailto:hwk2514@naver.com)  
\*\* 학생회원 · 호남대학교 토목환경공학과 박사수로 · E-mail : [foxf1@paran.com](mailto:foxf1@paran.com)  
\*\*\* 정회원 · 호남대학교 토목환경공학과 교수 · E-mail : [kuchul@honam.ac.kr](mailto:kuchul@honam.ac.kr)

앵커핀의 고정능력이 저하되고 매트와 들뜸 현상이 나타나 비탈면에 식재된 식생이 유실되고, 비탈면의 슬라이딩 현상의 발생에 의한 비탈면 붕괴가 발생하는 등의 문제점이 발생되고 있다. 따라서 식생매트 호안의 고정장치로 사용되고 있는 앵커핀의 인발 특성을 파악함으로써 호안구조물로서의 안정성을 판별할 필요가 있다. 선행연구가 미흡하고, 적용을 위한 국내 규정이 마련되어 있지 않은 실정이므로 본 연구에서는 식생매트류 호안공의 고정용 앵커핀에 대한 인발특성을 실험을 통하여 분석함으로써 향후 하천특성에 맞는 호안공법의 적용을 위한 기초자료를 제공할 수 있을 것이다.

## 2. 실험개요 및 방법

인발시험은 실제 매트와 고정 장치로 많이 사용되고 있는 이형철근형 앵커핀을 사용하였다. 대조군으로는 형태가 동일한 원형철근을 이용하여 앵커핀을 제작하였다. 실험은 앵커핀 표면의 형태 변화에 따른 인발력과 직경(10mm, 16mm)의 변화에 따른 주면과 침수토사의 배수시간(48hr, 96hr, 144hr) 조절을 통한 함수비의 변화에 따른 인발특성을 관측하였다. 앵커핀의 관입깊이는 300mm로 동일하며, Type별로 각각 5회씩 측정을 하였다. 실험에 사용된 앵커핀은 모두 4가지 타입으로 그림 1과 같다. Type 1과 Type 2는 표면에 마디와 리브(rib)가 있는 이형철근형 앵커핀이며, Type 3과 Type 4는 표면이 매끄러운 원형철근형 앵커핀으로 제작하였다(그림 1 참조).

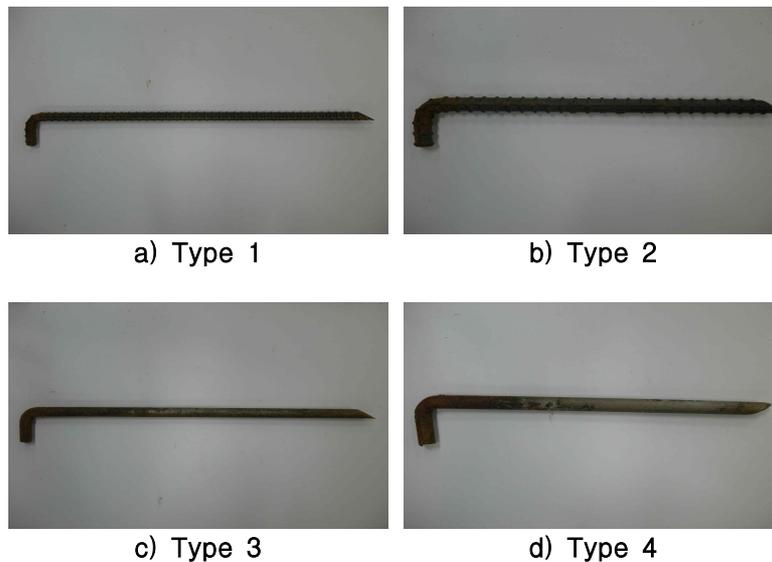


그림 1. 인발시험에 사용된 앵커핀의 유형

앵커핀의 인발시험을 위해 제작된 실험장치는 로드셀이 장착된 인발부와 인발제어를 위한 컨트롤박스가 하나의 세트 구성된다. 인발부에서 출력된 전압신호는 컴퓨터에서 자동계측이 되며, 인발력 측정 시 인발속도는 20mm/min으로 설정하였다. 실험장치의 정밀도는 0.1N이다. 실험에 사용된 토사는 호남대학교 구내 건설현장에서 채취하였으며, 실험결과의 신뢰성 향상을 위해 5mm체를 통과한 토사를 사용하였다. 준비된 토사는 물-다짐(그림 2-a)을 통해 다짐을 균일하게 하여 토사시료를 제작하였으며, 완전침수 후 배수시간을 조절하며 인발시험을 실시하였다. 표 1에 실험에 사용된 토사의 공학적 성질을 나타냈다.



그림 2. 토사시료 제작 및 앵커핀의 인발실험

표 1. 인발실험에 사용된 토양의 공학적 성질

#200번계 통과율	액성한계 ( )	소성한계 ( $\omega_p$ )	비 중 ( )	토양분류기호
87.92%	30.05%	NP	2.69	ML

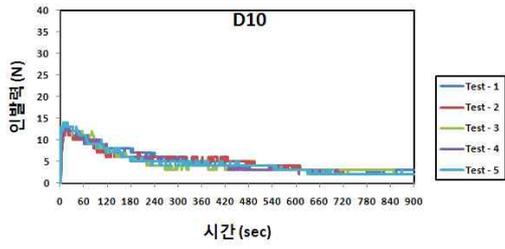
### 3. 결과 및 고찰

실험에 의해 계측된 인발력과 인발력 변화를 앵커핀의 타입별, 직경별 및 배수시간별로 정리하여 그림 3~그림 5에 나타내었다. 앵커핀은 모든 실험 조건에서 인발 초기에 최대인발력이 발생하고 시간이 경과함에 따라 점차 감소되는 것으로 나타났다.

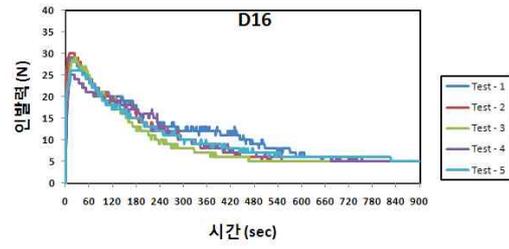
실험 결과를 각 조건별로 분석한 결과 동일한 직경에서 배수시간에 따른 평균최대인발력 변화는 Type 1의 경우 12.8N에서 21.4N으로 약 167.2% 증가하였으며, Type 2의 경우는 28N에서 36.4N으로 130.0% 증가하고, Type 3의 경우 10.6N에서 20.4N으로 약 192.5% 증가하였다. 또한 Type 4는 21N에서 33.2N으로 약 158.1% 증가하는 것으로 나타났다. 직경변화에 따른 인발력의 변화는 이형철근형 앵커핀(Type1, Type2)은 배수시간별(48hr,96hr,144hr)로 각각 12.8N에서 28N으로, 18.8N에서 33N으로, 21.4N에서 36.4N으로 증가하며, 원형철근형 앵커핀(Type3, Type4)은 배수시간별로 10.6N에서 21N으로, 12.2N에서 21.6으로, 20.4N에서 33.2N으로 증가하였다. 이와 같은 실험 결과를 표 2에 나타내었다.

표 2. 앵커핀의 유형별 및 배수시간별 평균최대인발력

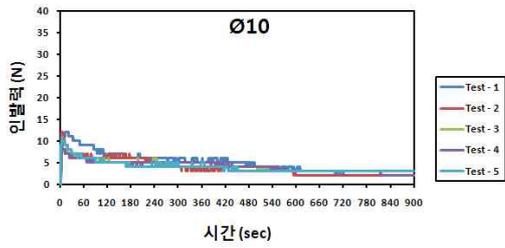
유형		배수시간별 평균 최대인발력(N)		
		48hr	96hr	144hr
이형철근형 앵커핀	Type 1	12.8	18.8	21.4
	Type 2	28	33	36.4
원형철근형 앵커핀	Type 3	10.6	12.2	20.4
	Type 4	21	21.6	33.2



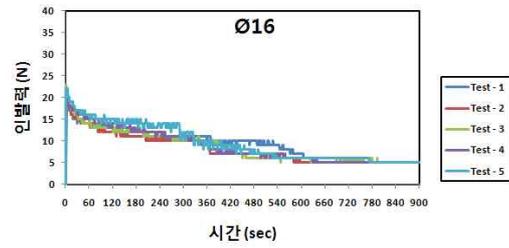
a) Type 1



b) Type 2

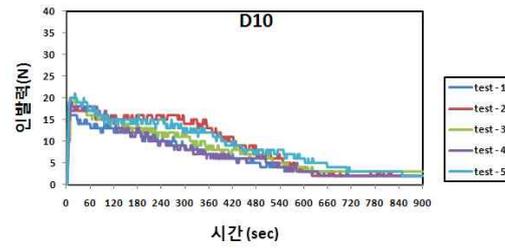


c) Type 3

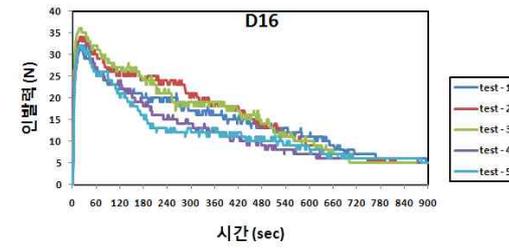


d) Type 4

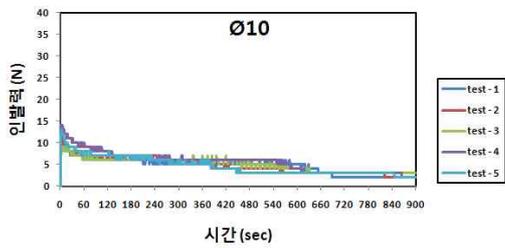
그림 3. 48시간 배수시 인발력



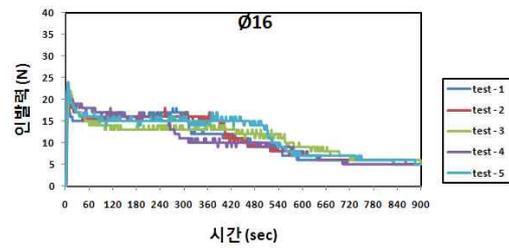
a) Type 1



b) Type 2

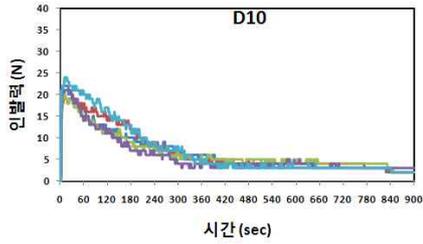


c) Type 3

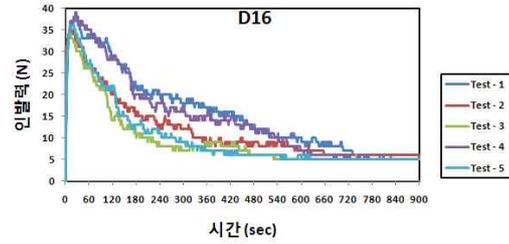


d) Type 4

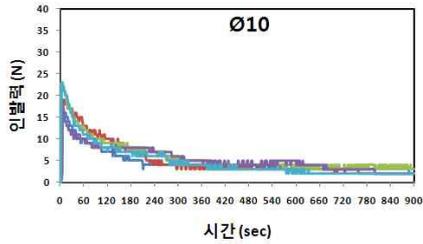
그림 4. 96시간 배수시 인발력



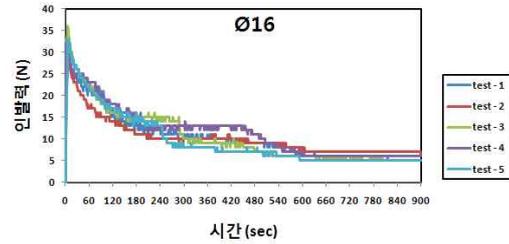
a) Type 1



b) Type 2



c) Type 3



d) Type 4

그림 5. 144시간 배수시 인발력

#### 4. 결 론

본 연구에서는 식생매트와 비탈면의 고정을 위해 사용되는 앵커핀의 인발특성을 파악하고자 4 가지 타입의 앵커핀에 대한 인발실험을 실시하였다. 실험에 의한 측정 자료의 분석결과 다음과 같은 결론을 도출할 수 있었다.

1. 앵커핀의 인발저항력은 그 형상과 관계없이 주면의 크기에 비례한다.
2. 인발저항력은 이형철근이 원형철근보다 직경별로 각각 18.2%, 31.8% 씩 크게 나타나는 것으로 볼 때, 표면의 형태가 저항에 강한 형태일수록 인발저항력이 커질 것으로 판단된다.
3. 인발저항력은 배수시간이 길수록 모든 형태에서 측정값이 상승하는 것으로 볼 때, 함수율의 변화에 따라 영향을 받는 것으로 판단된다. 그러나 인발력의 상승비는 동일한 직경에서 이형철근형 앵커핀(D10)이 원형철근형 앵커핀(Ø10) 보다 약 24.7%, 이형철근형 앵커핀(D16)이 이형철근형 앵커핀(Ø16) 보다 약 28.1% 적게 나타났다.
4. 호안에 적용되는 앵커핀의 경우 지속적인 하천수 유입과 그에 따른 영향을 고려하여 인발력이 크고 함수비의 영향을 적게 받는 형태가 유리하다고 판단된다.

향후 다양한 함수율의 변화와 토성 의한 시험이 필요하며, 본 연구에 의한 분석결과를 활용한 다면 매트고정용 앵커핀의 개발 및 호안매트의 적용에 있어 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

#### 감 사 의 글

본 연구는 국토해양부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(06

건설핵심 B01-자연과 함께하는 하천복원기술개발)에 의해 수행되었습니다.

### 참 고 문 헌

1. 김경태(2009), “식생매트 고정용 앵커핀의 외력저항성 평가를 위한 기초 연구.”
2. 김상환, 윤승기(2009), “강섬유 형상에 따른 인발 거동에 대한 연구.” 대한토목학회 2009년도 정기 학술대회 논문집, 대한토목학회, pp. 1035~1039
3. 배중순 김만호 김지성 이세진(2008), “경사지반에 매설된 단독말뚝의 인발특성.” 대한토목학회 2008년도 정기 학술대회 논문집, 대한토목학회, pp. 1968~1971
4. 이송, 김태훈, 이재현(2002), 토질시험법, pp. 51~138 구미서관.
5. 정인준(1988), “말뚝의 극한 인발 저항력에 대하여.”
6. 차두송, 오재현, 지병윤, 조구현, 이해주(2008), “산림훼손지 복원을 위한 Soil Bioengineering 기술개발(V).” Journal of Forest Science, Vol 24, No.2, pp.111~118