

## 연약지반용 스마트 앵커 공법

### A Method of SMART Anchor for a Weaked Ground Condition

박대웅<sup>1)</sup>, Dae-Woong Park, 정종기<sup>2)</sup>, Jong-Ki Jeong, 김정열<sup>3)</sup>, Jeong-Ryeol Kim

<sup>1)</sup> (주)삼우 G&C 기술부 대리, Senior Manager, Dept. of Technology, SAMWOO G&C co.,ltd.

<sup>2)</sup> (주)삼우기초기술 기술연구소 책임연구원, Researcher in Chief, R&D Laboratory, SAMWOO GEOTECH co., ltd.

<sup>3)</sup> (주)삼우기초기술 대표이사, CEO, SAMWOO GEOTECH co., ltd

**SYNOPSIS** : A SMART anchor is a kind of friction mount anchor, the load is diffused and applied to the various parts of the distributed bond length, having less impact on the grout strength, and being able to secure necessary anchoring force in relatively soft grounds. Smart anchor can have strong loads in soft and weak grounds as in rock beds.

**Keywords** : ground anchor, load distribute type anchor, removable anchor, Reinforce method to weak ground condition

## 1. 서 론

본 연구는 인장형 앵커의 하중을 분산시켜 연약지반 내에 앵커력 확보 및 도심지 굴착시 점용대지 외부에 시공이 가능한 제거앵커의 기능을 모두 확보한 앵커공법을 개발하는 것에 목표를 두고 있다.

## 2. 스마트 앵커(SMART Anchor)의 정의

스마트 앵커는(Smart Anchor) 하중분산 마찰 인장형 제거앵커의 한 종류로서, 앵커 정착장 그라우트 내에서 발생하는 인장재 부착부의 집중된 주면 마찰력을 정착장 전장에 걸쳐 균등하게 분산시켜 앵커력 확보에 필요한 마찰력을 얻을 수 있는 공법이다(그림 1)

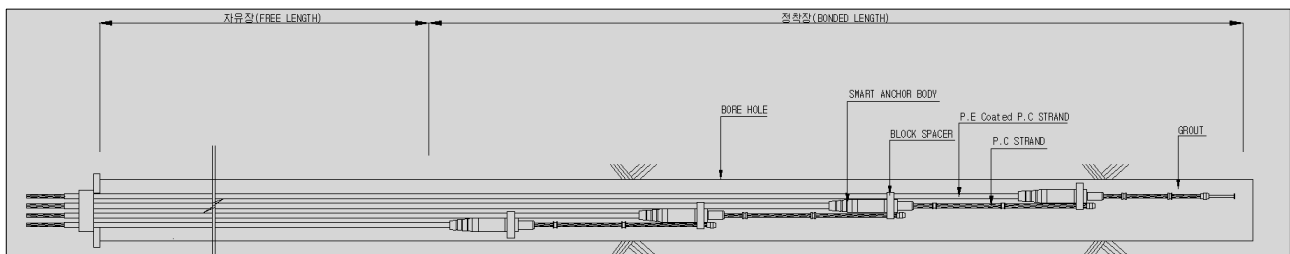


그림 1. 스마트 앵커 개요도

연약 지반에서의 앵커력의 발현은 설계된 앵커의 정착장이 갖는 주면 마찰력에 의해 확보된다. 일반적으로 정착장의 설계는 균등한 주면마찰력을 가정하여 검토되지만 실제의 일반앵커의 거동은 균등한

마찰력을 받지 못하며 국부적인 하중의 집중이 발생한다. 결과적으로 집중된 하중은 정착지반의 허용마찰력을 초과하여 진행성 하중전이가 진행된다 주면 마찰부의 파괴를 발생 시키게 된다.

또한 주면 마찰 정착장 외의 그라우트 구근내의 인장재와의 부착장 부분에도 집중된 하중은 인장재와 그라우트간 부착장의 자유화, 하중 전이체의 압축파괴 등의 현상을 발생하게 하며 이는 앵커의 하중감소 및 그라우트 압축파괴 등의 현상으로 나타난다.

스마트 앵커는 상기의 문제점을 해결하기 위해 인장형의 응력분포를 일정한 간격으로 앵커 정착장 전면에 걸쳐 분포시켜 그라우트와 지반과의 주면마찰저항치가 적은 연약지반에서도 충분한 긴장력을 확보할 수 있도록 고안된 앵커이다.

### 3. 스마트 앵커 현장시험

#### 3.1 현장 개요

현장 시험을 통해 스마트의 앵커의 적용성을 검증하고자 총 4개 현장에서 시험을 실시하였다. 현장은 국내 2개소와 국외 2개소로 선정하였으며, 시험공수와 현장별 적용 앵커제원을 살펴보면 다음과 같다.

표 1. 스마트 앵커 시험시공 현장

구분	현장	시험일시	지반조건	시험종류
1	성남 OO 현장	2009.04	N=30 정도의 연암	인장시험
2	인천 청라지구 OO 현장	2009.06	N=2~10 정도의 매립층, 퇴적층	인발시험
3	중국 진이에 OO 현장	2009.06	N=5 이하의 점토지반	인발시험
4	베트남 하노이 OO현장	2009.06	N=6 이하의 점토지반	인장시험

표 2. 각 현장별 스마트 앵커 제원

구분	현장	스마트 앵커 제원					
		정착장 (m)	자유장 (m)	여유장 (m)	강선수 (EA, mm)	설계 긴장력 (tonf)	시험공수 (EA)
1	성남 OO현장	7.0	5.0	1.5	4×12.7	30.0	2
2	인천 청라지구 OO현장	10.0	10.0	1.5	4×12.7	20.0	2
3	중국 진이에 OO현장	15.0	5.0	1.5	6×12.7	50.0	3
4	베트남 하노이 OO현장	11.0	25.0	1.5	4×12.7	35.0	3

#### 3.2 각 현장 시험결과 및 고찰

##### 3.2.1 성남 OO 현장

성남 OO 현장의 경우 지반은 연암 분포지층으로 양호하였으며, 앵커 설계하중 30tonf으로 설계되었다. 현장 인장시험결과 하중-변위 곡선 및 탄성 한계곡선에서 보여지는 것과 같이 허용기준치를 만족하는 것으로 나타났다.

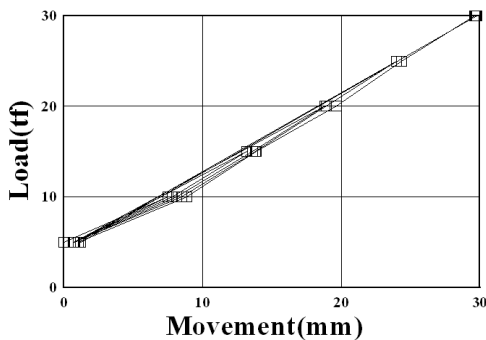


그림 2. 하중-변위 곡선

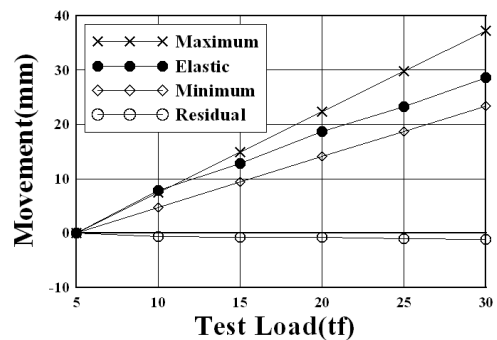


그림 3. 탄성 한계곡선

### 3.2.2 인천 청라지구 OO 현장

인천 청라지구 OO 현장의 경우 지반상태는 N=2~12이하의 지반으로 주로 매립층, 퇴적층으로 20tonf의 설계하중으로 설계되었다. 본 현장은 인발시험을 실시하여 설계상의 주면마찰력 및 그에 상당한 설계가 이루어졌는지 확인도 겸하였다. 시험결과 앵커의 극한 인발력은 50tonf을 상회한 것으로 나타났다.

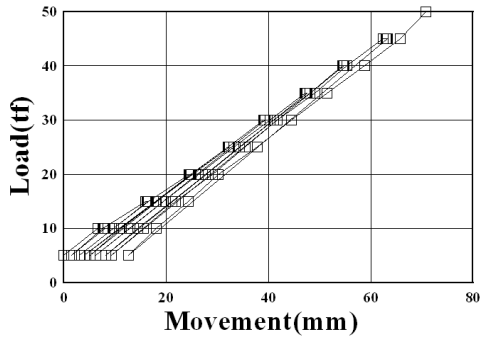


그림 4. 하중-변위 곡선

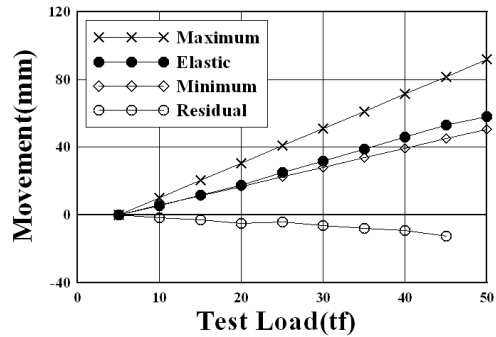


그림 5. 탄성 한계곡선

### 3.2.3 중국 진이에 OO 현장

중국 진이에 OO 현장의 경우 지반상태는 N=5 정도로서 점토지반으로 설계하중은 50tonf으로 설계되었다. 시험결과 앵커의 극한 인발력은 60tonf을 상회하는 것으로 나타났다.

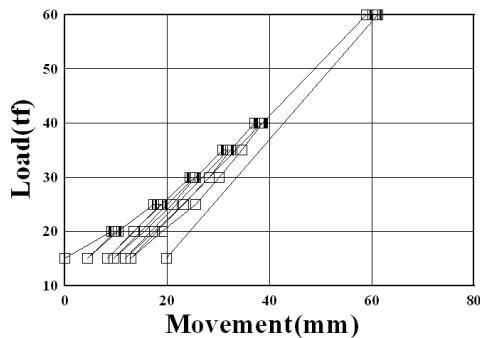


그림 6. 하중-변위 곡선

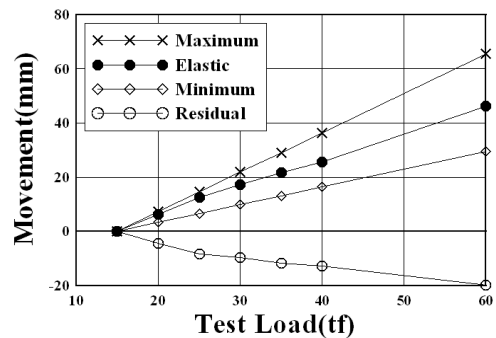


그림 7. 탄성 한계곡선

### 3.2.4 베트남 하노이 OO 현장

베트남 하노이 OO 현장의 경우 지반상태는 N=6 이하의 점토지반으로, 설계하중 35tonf으로 설계되었다. 인장시험결과 크리프하중-변위 곡선 및 탄성 한계곡선에서 보여지는 것과 같이 허용기준치를 만족하는 것으로 나타났다.

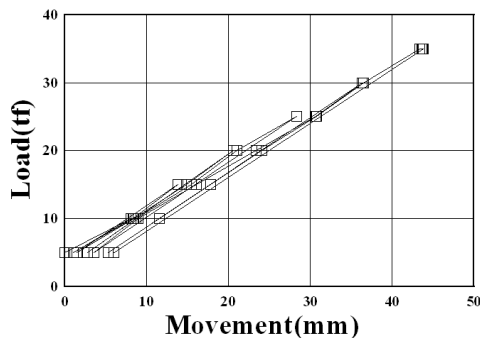


그림 8. 하중-변위 곡선

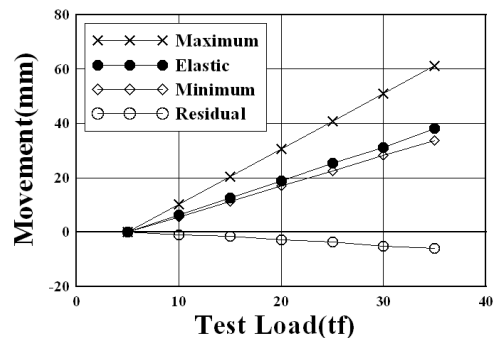


그림 9. 탄성 한계곡선

### 3.2.5 고찰

가) 인장형 앵커의 경우도 마찬가지로 정착장 시점부에서 발생하는 집중하중은 그라우트를 파괴시킬 수 있고, 이는 정착장의 자유화 현상을 통해 앵커력 감소의 원인이 된다.

나) 4개 현장에서 현장시험을 수행한 결과 확인된 앵커력은 30~60 tonf 하중으로써, 일반적인 앵커의 풍화토 이상의 지반에서의 시험결과와 유사하다.

다) 상기 결과는 N치 10 이하의 연약한 지반에서도 하중 분산 인장형 앵커가 설계 앵커력을 확보한다는 것을 나타내며, 지반과 그라우트 간 하중 분산의 실효성을 증명한다. N치(S.P.T 타격수)가 상대적으로 낮아질수록 지반의 소성적 성질은 증가되며 일반적인 하중집중형 앵커 공법을 사용할 경우 연약지반의 허용 마찰력에 비해 국부적으로 큰 하중이 집중될 우려가 있으며, 하중 분산을 통해 지반 마찰용량을 초과하지 않는 앵커력을 효과적으로 분배할 수 있다.

라) 또한 하중 분산을 통해 인장재에서 그라우트 구근으로의 하중전이 시 그라우트 강도에 따른 변수를 줄일 수 있으며, 안정적인 하중 전이가 가능하다.

## 5. 결론

스마트(SMART)앵커는 기존 일반앵커에 비해 제거가 가능하다는 점과 하중분산 구조로서 정착장에 균등한 응력분포를 통한 안정적인 앵커력 발현과 정착효율의 증대로 인한 정착장의 감소효과 등의 장점을 가지고 있다. 또한, 기존 앵커들과 같이 부수적 장치(팩커, 센트럴라이저)를 추가적으로 설치할 수 있는 확장성도 가지고 있어 다양한 지반의 적용이 가능할 것으로 판단된다.

스마트앵커의 기대효과는 향후 기술개발의 여지가 많은 확장성이 장점이며, 간략히 정리해보면 다음과 같다.

- 가) 인장형 앵커의 적용범위 확대 가능
- 나) 연약한 지반(N치 5~10)에서의 앵커 적용성 증대
- 다) 일반 앵커 및 압축형 앵커에 비해 동일 설계조건시 안정성 증대
- 라) 연약지반에서의 깊은 굴착 가능
- 마) 앵커 제작 및 시공성이 용이
- 바) 인력 제거식으로 앵커 제거시 비용절감 및 제거 효율성 극대화
- 사) 응력집중을 분산시켜 그라우트의 파괴방지 및 장기간 앵커력 유지

## 참고문헌

1. 김낙경, 박완서(2000). "Load Transfer of Ground Anchors in Clay", 한국지반공학회논문집, VOL.16, NO3, pp145-155
2. 김낙경, 김성규(2001), "압축형 앵커의 개발 및 성능 평가", 한국지반공학회 2001 봄 학술발표회 논문집, pp339-346
3. 김성규(2001), "압축형 그라운드 앵커의 하중 전이에 관한 연구", 성균관대학교 대학원 석사학위논문, pp24-27
4. 김성규, 김낙경, 김정렬(2003), "일반 가설앵커의 문제점과 개선방향", 한국지반공학회 2003 봄 학술발표회 논문집, pp545-552
5. 김성규, 조규완, 김용규(2005), "쓰레기 매립층에서 그라운드앵커의 극한하중 및 하중분포", 한국지반공학회 봄학술발표회 논문집, pp.
6. 조규완, 김용규(2004), "압축형앵커의 하중분산 및 인발특성에 관한 연구", 대한토목학회 가을학술발표회 논문집, pp. 4216-4221
7. 석영철(1998), "영구앵커의 인발특성에 관한 연구", 한양대학교 산업대학원 석사학위논문, pp2-12