

선단압축형(JR-2000) 앵커의 인발시험에 관한 특성연구

Characteristics Study by Pullout Test of Compression(JR-2000) Anchor

오명주¹⁾, Myung-Ju Oh, 박태영²⁾, Tae-Young Park, 하옥재³⁾, Wook-Jai Ha,
김문규⁴⁾, Moon-Gyu Kim

1) 부산정보대학 건설공간디자인과 겸임교수, Assistant Professor, Dept. of Civil Engineering, Busan Info-Tec College

2) (주)화명이엔지 대표이사, President, HwaMyung Engineering, Co., Ltd

3) 지반공간 기술연구소 지반부 차장, Assistant General Manager, Technology Institution of Geotechnical Spatial, Co., Ltd

4) 동의공업대학 건설정보과 교수, Professor, Dept. of Civil Engineering, Dong-Eui Institute of Technology

SYNOPSIS : Anchor system is widely used in construction works to support retaining structures. The compression anchor is characterized by excellent mechanism of pullout resistance, as well as less probability of progressive failure than a tension anchor.

This paper presents the mechanical characteristics of a newly developed compression anchor(JR-2000). Field tests were performed to investigate characteristics of the pullout resistance of compression anchor.

Key words : jr-2000 anchor, pullout test, mechanical Characteristics

1. 서 론

최근에는 현장여건, 경제성, 시공성 및 택지의 용적을 확보를 위해 경사지 굴착공사시 배면지반의 안정과 붕괴를 방지하기 위해 설치되는 Anchor, 흙막이벽에 강성벽체인 옹벽을 합벽으로 설치하는 흙막이 공법을 활용한 영구 Anchor식 옹벽 등 특히 급경사지가 많아 산지를 개발해야 하는 국내의 여건상 영구 Anchor의 활용도가 매우 클 것으로 예상된다. 앵커의 종류 중 압축형 앵커는 그라우트가 압축에 강하다는 장점을 이용한 것으로 인장형에 비해 인발저항기구가 우수하고, 시공시의 편리함과 진행성과 피의 영향감소효과등의 많은 장점이 인정되어 현재 선진국에서 많이 이용되며 우리나라에서도 많은 개발과 시공이 이루어지고 있다. 따라서 최근 개발된 선단압축형(JR-2000) 앵커의 역학적 특성을 연구하고 시공후 정착체의 인발저항력을 측정하여 본 영구앵커의 인발특성을 연구하고자 한다.

2. JR-2000앵커 구조 및 특성

2.1 JR-2000의 개요

JR-2000 영구앵커는 웨지식 정착공법을 양 단부에 사용했으며 하단 정착부에 강선을 합선하여 웨지

이탈을 방지하였으며 그라우트 주입관을 앵커체내에 삽입하여 그라우트를 사방분사형으로 정착력을 최대화한 제품이다.

앵커체 전장(자유장과 정착장)에 걸친 인장재는 그리스가 도포된 강연선을 PE 파이프 안에 넣어 만든 언본디드 강연선을 다시 폴리에틸렌 파이프(PE)에 넣어 이중방수 처리 하였으며 또한, 정착부가 선단 압축 마찰형이므로 그라우트에 균열이 발생하지 않아 정착체에 부식이 없다.

2.2 JR-2000 영구앵커의 주요특징

1) PC 강연선을 쇠기 정착하는 방식으로 이동 및 앵커체 삽입과정에서의 무리한 충격이 가하더라도 십자고정판과 강연선의 합선방식으로 다른앵커와 비교해서 2중 안전장치를 하였으므로 쇠기이탈로 인한 앵커체의 치명적인 불량을 완벽하게 방지하였다.

2) 정착제 전체가 원통형강재이므로 지반 정착에 매우 안정적이다.

3) 그라우트 주입호스를 앵커정착체 내부에 장착하여 그라우트를 사방분사 함으로 정착체의 그라우트 부착을 원형주위에 고르게 분사할 수 있으며 마찰면적 감소가 없다.

4) 두부측 정착 후 재인장 필요시 그림과 같이 육각볼트를 조임으로써 두부측 헤드가 베이스판과 멀어짐으로 현실성 있는 재인장이 가능하다.

5) 공장 제작품으로 고품질의 관리와 현장작업이 간편하다

6) 정착력의 극대화와 안정적인 방식으로 토사지반에서도 사용가능하다.

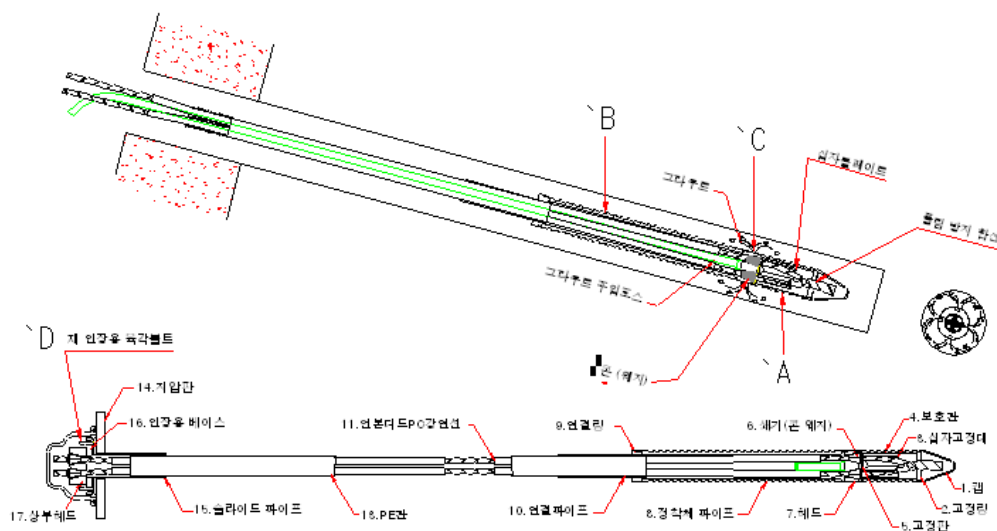


그림 1. JR-2000 앵커체 상세도

그림 2는 JR-2000 앵커체 내부에서의 수압테스트를 실시하는 전경을 나타내고 있으며, 그림 3은 앵커조립 완성 후의 앵커체를 나타내었다.



그림 2. JR-2000 앵커체 수압테스트



그림 3. JR-2000 앵커 조립완성

3. 현장 인발시험

앵커의 인발시험은 앵커의 설계 및 시공의 사용목적에 따라 적절히 행해지기 위해 필요한 자료를 얻기위해, 또 시공된 앵커가 소요의 성능을 가지고 있는가를 확인하기 위해 행해진다.

본 시험의 목적은 국도3호선 00 낙석·산사태 위험지구 공사현장의 영구앵커 인장시험을 통하여 하중-변위 관계를 확인하고, 탄소성 변위와 한계곡선을 파악하여 상한계선의 이탈 여부, 자유부의 구속여부, 설계 앵커력 확인 등을 목적으로 한다. NO.1(우측 9번)과 NO.2(좌측 14번) 영구앵커에 대하여 인장 시험을 실시하였으며 시험결과는 다음과 같다.

3.1 No.1(우측 9번)앵커의 시험결과

본 시험앵커의 최대하중은 39.0tf이며, 앵커두부에 설치된 로드셀에서 측정된 하중을 사용하여 하중-변위곡선을 그림 4, 그림 5와 같이 나타내었으며, 표 1은 실하중에 대한 변위량을 탄성 및 소성변위로 구분하여 나타내었으며, 그림 5의 탄성변위곡선은 탄성상·하한선 안에서 변화하여 비정상적인 변형이 없는 것을 알 수 있다. 유효하중에 의한 영향길이 L은 $L = \Delta Se \times Ap \times Ep / Px = (5.665 \times 3.948 \times 2,000,000) / (39.0 - 3.9) \times 1000 = 1,239\text{cm} = 12.39\text{m}$ 로 산정된다.

실제 사용된 앵커의 자유장은 11.0m로 측정결과에 의한 계산자유장보다 작으나, 실제 늘임량은 조금 더 큰 범위에서 앵커력을 확보한다고 볼 수 있다. 또 최대 긴장력을 39.0tf까지 가하여 파괴나 비정상적인 변형이 없으므로 설계시 제안된 앵커력 30.0tf을 확보하는 것으로 나타났다.

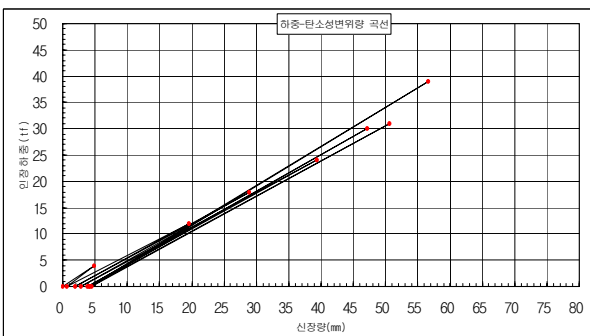


그림 4. 하중-변위량 곡선(No.1)

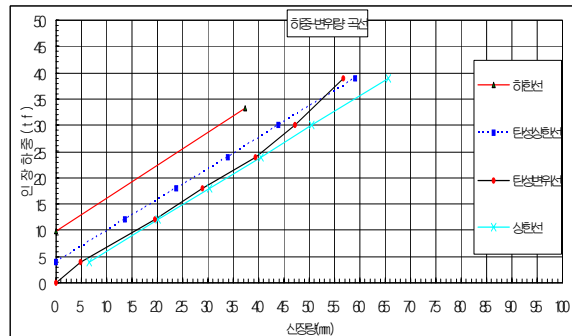


그림 5. 하중-변위량 곡선(No.1)

표 1. 앵커 인장시험 결과(No.1)

실측 하중 (tf)	실 측 위 변 위 (mm)	소 변 성 위 변 위 (mm)	탄 변 성 위 변 위 (mm)	상한선 (mm)	탄 성 상한선 (mm)
3.9	5.5	0.60	4.90	6.57	0
12.0	21.4	1.90	19.50	20.21	13.64
18.0	31.7	2.85	28.85	30.32	23.75
24.0	43.1	3.80	39.30	40.43	33.86
30.0	51.3	4.15	47.15	50.53	43.96
39.0	61.1	4.45	56.65	65.69	59.12

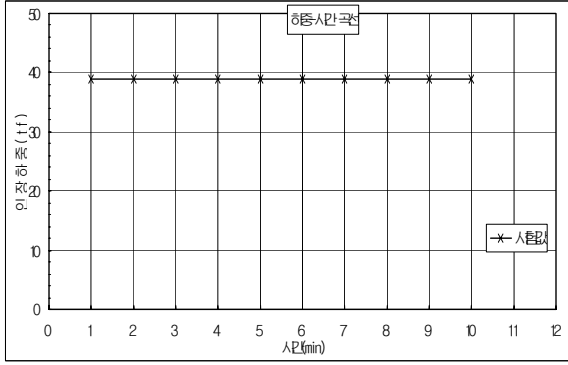


그림 6. 하중-시간 곡선



그림 7a. 현장 인발시험 전경



그림 7b. 현장 인발시험 전경

3.2 No.2(좌측 14번)앵커의 시험결과

본 시험앵커의 최대하중은 39.0tf이며, 앵커두부에 설치된 로드셀에서 측정된 하중을 사용하여 하중-변위곡선을 그림 8, 그림 9와 같이 나타내었으며, 표 2은 실하중에 대한 변위량을 탄성 및 소성변위로 구분하여 나타내었으며, 그림 9의 탄성변위곡선은 탄성상·하한선 안에서 변화하여 비정상적인 변형이 없는 것을 알 수 있다. 유효하중에 의한 영향길이 L은 $L = \Delta Se \times A_p \times E_p / P_x = (6.115 \times 3.948 \times 2,000,000) / (39.0 - 3.9) \times 1000 = 1337.6\text{cm} = 13.38\text{m}$ 로 산정된다.

실제 사용된 앵커의 자유장은 11.0m로 측정결과에 의한 계산자유장보다 작으나, 실제 늘임량은 조금 더 큰 범위에서 앵커력을 확보한다고 볼 수 있다. 또 최대 긴장력을 39.0tf까지 가하여 파괴나 비정상적인 변형이 없으므로 설계시 제안된 앵커력 30.0tf을 확보하는 것으로 나타났다.

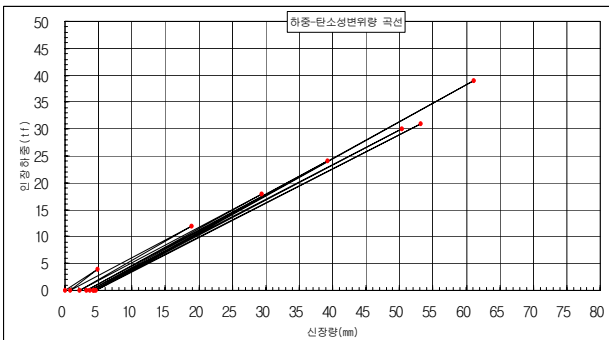


그림 8. 하중-변위량 곡선(No.2)

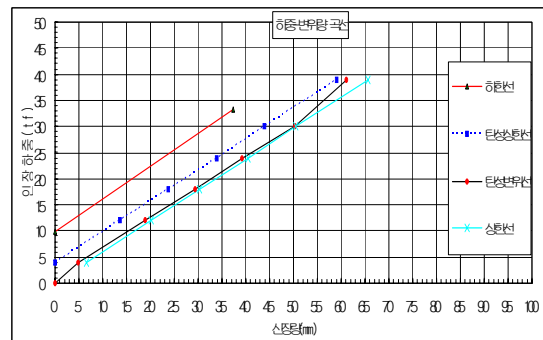
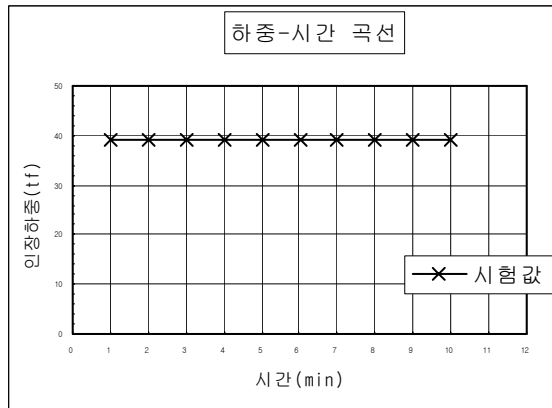


그림 9. 하중-변위량 곡선(No.2)

표 2. 앵커 인장시험 결과(NO.2)



실 측 하중 (tf)	실 측 변위 (mm)	소 성 변위 (mm)	탄 성 변위 (mm)	상한선 (mm)	탄성상한선 (mm)
3.9	5.7	0.80	4.90	6.57	0
12.0	21.1	2.15	18.95	20.21	13.64
18.0	32.6	3.15	29.45	30.32	23.75
24.0	43.0	3.76	39.24	40.43	33.86
30.0	54.6	4.25	50.35	50.53	43.96
39.0	65.7	4.55	61.15	65.69	59.12

그림 10. 하중-시간 곡선

4. 결 론

최근 선진 각국에서 활발하게 연구개발되고 있는 압축형 앵커의 일종으로 개발된 JR-2000 압축형 앵커에 대하여 국도3호선 00 낙석·산사태 위험지구 공사현장의 영구앵커 인장시험을 통하여 하중-변위 관계를 확인하고, 탄소성 변위와 한계곡선을 파악하여 상한계선의 이탈 여부, 자유부의 구속여부, 설계 앵커력 확인하여 앵커의 인장특성 및 시험결과는 다음과 같다.

4.1 앵커의 인장특성

- 1) PC 강연선을 쇠기 정착하는 방식으로 이동 및 앵커체 삽입과정에서의 무리한 충격이 가하더라도 십자고정판과 강연선의 합선방식으로 다른 앵커와 비교해서 2중 안전장치를 하였으므로 쇠기이탈로 인한 앵커체의 치명적인 불량을 완벽하게 방지하였다.
- 2) 정착제 전체가 원통형강제이므로 지반 정착에 매우 안정적이다.
- 3) 그라우트 주입호스를 앵커정착체 내부에 장착하여 그라우트를 사방분사 함으로 정착체의 그라우트 부착을 원형주위에 고르게 분사할 수 있으며 마찰면적 감소가 없다.
- 4) 두부측 정착 후 재인장 필요시 그림과 같이 육각볼트를 조임으로써 두부측 헤드가 베이스판과 멀어짐으로 현실성 있는 재인장이 가능하다.
- 5) 공장 제품으로 고품질의 관리와 현장작업이 간편하다.
- 6) 정착력의 극대화와 안정적인 방식으로 토사지반에서도 사용가능하다.

4.2 앵커인장시험 결과

본 현장에서는 설계시 제안된 앵커력은 만족하는 것으로 분석되었으며, 사용된 영구앵커의 계산 자유장과 측정된 자유장과의 큰 차이를 보이지 않는 것으로 분석되어지므로 앵커력을 확보한다고 할 수 있다. 또한 최대 긴장력을 계획최대시험하중의 Pm1.3%까지 가하여 파괴나 비정상적인 변형이 없으므로 설계시 제안된 앵커력 30.0tf/본을 확보하는 것으로 나타났다.

4.3 기대효과 및 활용

- 1) 아파트단지, 학교, 공공건물 등에 시공될 수 있는 토목구조물은 안전하고 높게 시공할 수 있는 영

구앵커가 활용되어야 한다.

- 2) 각종 토목구조물 및 사면보강공사의 보강공법으로 활용
도로절토 및 성토, 택지조성 등의 옹벽 구조물에 보강할 수 있는 앵커가 가장 많이 적용되며, 댐, 철도, 호안, 하천 등의 옹벽 및 사면보강용으로 그 활용도가 기대됨.
- 3) 국제 경쟁력 제고 및 기술력 향상
WTO 체제하에서의 급속한 세계화의 흐름에서 전문기술분야로서의 가치상승과 아울러 기술수출이 기대됨.
- 4) 국내 건설기술의 발전
 - 기반사회시설 건설비 절감
 - 건설고용확대 및 노동인력창출
 - 관련산업 발전

참고문헌

- 1) Ground anchor 기술협회(日)(1996), “그라운드앵커공법설계시공지침”, 그라운드앵커기술협회(日)편
- 2) 한국지반공학회((1992), “굴착 및 흙막이공법”, 한국지반공학회
- 3) 이상덕(1997), “토질시험-원리와 방법-”, 새론
- 4) JR-2000앵커 인장시험 보고서 “국도3호선 00낙석 및 산사태 위험지구”
- 5) L Hobst & J. Zajlc(1983), "Anchoring in Rock and Soil", ELSEVIER SCIENCE PUBLISHERS
- 6) 한국산업규격(1995), “PC 강선 및 PC강연선, KS D 7002”, 한국표준협회