

# 하중 분산형 앵커 내하체에 대한 모노타입 하중계의 현장 적용성 평가

## Field Applicability Evaluation of Monotype Load Cell for Load-Distributing Anchor

송용재<sup>1</sup>, 이강일<sup>2\*</sup>, 장용채<sup>3</sup>, 김상용<sup>4</sup>

Yong-Jae Song<sup>1</sup>, Kang-Il Lee<sup>2\*</sup>, Yong-Chai Chang<sup>3</sup>, Sang-Yong Kim<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Member, Ph.D. Candidate, Dept. of Civil and Environment Engineering, Daejin Univ., 1007 Hoguk-ro, Pocheon-si, Gyeonggi-do 11159, Republic of Korea

<sup>2</sup>Member, Professor, Dept. of Smart Construction and Environmental Engineering, Daejin Univ., 1007 Hoguk-ro, Pocheon-si, Gyeonggi-do 11159, Republic of Korea

<sup>3</sup>Member, Professor, Department of Ocean Civil Engineering, Mokpo National Maritime University, Haeyangdaehak-ro 91, Mokpo 58628, Republic of Korea

<sup>4</sup>Graduate Students, Department of Ocean Civil Engineering, Mokpo National Maritime University, Haeyangdaehak-ro 91, Mokpo 58628, Republic of Korea

### ABSTRACT

According to the method of settling the construction structure on the ground to keep the structure safe, the ground anchor method is divided into a load-distributing anchor and a general anchor. Recently, the application of load-distributed anchors, which show a large degree of recognition by anchors, is increasing in the field, but the problem of field applicability is also caused. The load-distributed anchor fixes the tensile force to each section of the lecture line and applies it, causing a problem of asymmetric loads in which the maximum tensile force size of each settlement site differs due to the length difference of the anchor body. Therefore, in this study, as a quality management method according to the asymmetric load of anchors, a mono-type load cell that can measure the load for each lecture line of a load-distributed anchor was developed, and the field applicability was analyzed by comparing and analyzing the measurement results of the existing multi-type load cell and mono-type load cell. As a result of the study, the multi-type load cell had no choice but to estimate the working load for each inner body, so it was impossible for the load-distributed anchor to manage it according to the generation of asymmetric loads for each lecture line. However, in the case of a mono-type load cell the load was measured for each inner body and for each lecture line, regardless of ground conditions and construction conditions, and thus the load value was measured for each lecture line, enabling safety management and construction management according to the occurrence of asymmetric loads.

### 요 지

건설 구조물을 지반에 정착시켜 구조물을 안전하게 유지하기 위한 그라운드 앵커공법은 정착 방식에 따라 하중분산형 앵커와 일반형 앵커로 구분된다. 최근 현장에서는 앵커의 인장력이 크게 나타나는 하중분산형 앵커를 적용하는 사례가 증가하는 추세이지만 그에 따른 현장 적용성에 대한 문제점도 있다. 하중분산형 앵커는 강연선에 인장력을 각각 다른 구간에 정착시켜 가하는 방식으로 앵커체의 길이 차이로 인해 정착장 별 최대 인장력 크기가 다르게 나타나는 편하중의 문제점이 발생하고 있다. 이에 본 연구에서는 앵커의 편하중에 따른 품질관리 방안으로 하중분산형 앵커의 각 강연선별로 하중 측정이 가능한 모노타입 하중계를 개발하였으며, 기존의 멀티타입 하중계와 모노타입 하중계의 측정 결과를 비교 분석하여 현장 적용성을 분석하였다. 그 연구 결과, 멀티타입 하중계는 내하체별 작용하중을 추정할 수 밖에 없어 하중분산형 앵커의 강연선별 편하중

Received 23 Jul. 2024, Revised 8 Aug. 2024, Accepted 12 Aug. 2024

\*Corresponding author

Tel: +82-31-539-2024; Fax: +82-31-539-2020

E-mail address: kilee@daejin.ac.kr (K. I. Lee)

발생에 따른 관리는 불가능하였다. 그러나 모노타입 하중계의 경우에는 각 내하체별, 강연선별로 하중이 측정되어 지반조건, 시공조건 등에 상관없이 각 강연선별로 하중값이 측정되어 편하중 발생에 따른 안전관리와 시공관리가 가능할 것으로 판단된다.

**Keywords** : Load-distributing anchor, Asymmetric Loads, Monotype load cell, Multitype load cell

## 1. 서론

그라운드 앵커는 정착 방식에 따라 하중분산형 앵커와 일반형 앵커로 분류된다. 하중분산형 앵커는 정착장에 각 강연선의 긴장력을 분배하여 가하는 공법이며 일반형 앵커는 정착장에 각 강연선의 긴장력을 분배하지 않고 전구간에 가하는 공법이다. 최근에는 하중분산형 앵커가 일반형 앵커보다 현장 적용 사례가 늘어나는 실정이다.

이에 따라 하중분산형 앵커에 대한 연구로는 Englert et al.(2015)가 하중분산형 앵커에 대한 인발 시험을 수행하고 PTI의 정착강도 기준과 비교하여 적용성 검증을 실시한 바 있다. Kim(2013)은 복합정착 방식 하중분산형 앵커인 다중정착 지반앵커(Multi load transfer ground anchor)의 거동 특성을 분석하기 위해 모형실험과 현장실험, 수치해석을 실시하였으며 앵커 유형별 하중-전단응력 관계를 분석하여 최대 전단응력과 소성거동, 크리프 특성을 평가하였다. Hwang and Lee(2016)은 압축 분산형 앵커에 대한 인발시험을 통해 내하체의 배치 간격의 효율성을 평가하였으며 적정 내하체 간격을 제시한바 있다. Kim et al.(2014)은 앵커 종류별로 그라우트와 지반간 마찰 특성을 분석하였으며 지반과 그라우팅간의 강성비가 클수록 전단응력이 균등하게 분포하는 것을 확인하였다. 또한 동일한 지반 조건에서는 압축 분산형 앵커가 인발 저항력이 가장 크고 주변 지반에 하중을 고르게 전달하는 것으로 나타났다. Hong et al.(2015)와 Jo et al.(2023)은 지반 조건과 내하체 간격에 따른 압축 분산형 앵커의 응력분포를 분석하였으며 모래질 점토와 같이 강도가 작은 지반에서는 응력 중첩이 발생하지 않는 간격을 적용해야 한다고 하였다. Han(2016)은 내하체의 간격을 1m 이상으로 적용할 경우 하중 분산효과가 충분하게 발휘되지만 내하체 간격이 증가할수록 마찰저항력은 감소시킨다고 하였다.

이와 같이 선행 연구에 의하면 내하체의 간격은 그라우팅에 발생하는 응력분포에 큰 영향을 미친다. 그러나 내하체 간격에 대한 설계 기준은 마련되어 있지 않은 실정이며 국내의 현장에 적용되는 압축 분산형 앵커의 내하체 간격

은 일반적으로 지반조건과 긴장하중 등을 고려하지 않고 경험적으로 약 2m만큼 적용하고 있다. 내하체 간격에 의한 강연선의 길이 차는 내하체 별로 최대 인장력이 다르게 작용하는 편하중의 문제를 야기하며 이로 인해서 일부 강연선의 긴장력이 소실될 경우 앵커구조체가 점진적으로 붕괴될 수도 있다. 인발시험시 하중분산형 앵커의 각 강연선의 변위가 상이한 결과를 보인 Hertz et al.(2015)의 연구가 이를 반증한다.

따라서 앵커의 내하체 간격에 따른 하중전이 특성 및 극한 인발력에 대한 연구가 진행된바 있으며(Lee, 2014; Hwang and Lee, 2016; Han et al., 2017; Lee et al., 2019), 특히 Lee(2014)는 앵커의 정착장 설치간격에 대한 문제점 개선을 목적으로 강연선의 설치 길이와 인장순서를 달리 적용하여 연구를 진행하였다. 연구 결과 동일한 하중조건 적용시 하중분산 압축형 앵커의 내하체 설치간격은 내하체 길이의 2배~3배가 되도록 적용한 경우가 가장 효과적인 것으로 분석되었으나 하중분산형 앵커의 편하중 문제를 개선하기 위해서는 각 강연선의 인장력을 직접적으로 측정할 수 있는 하중계를 이용함이 가장 확실한 방법인 것으로 판단된다.

따라서 본 연구에서는 하중분산형 앵커의 편하중으로 인한 안전사고 문제를 개선하기 위해 모노타입 하중계를 이용하여 앵커의 각 강연선에 대한 현장 계측을 실시하였다. 그리고 측정된 각 강연선의 편하중 발생상태를 분석하여 모노타입 하중계의 필요성을 제시하였다.

## 2. 하중 분산형 앵커 및 모노타입 하중계

### 2.1 하중 분산형 앵커

지반과 그라우팅간의 인발저항에 대한 응력분포는 Fig. 1과 같다. 여기서 ①, ②는 각각 인장형과 압축형 앵커에 작용하는 하중작용점과 지반의 응력분포를 표시한 것이다. 인장형 앵커(①)는 정착장의 가장 앞쪽에서 인장응력이 발생하는 반면 압축형 앵커(②)는 정착장의 선단부에서

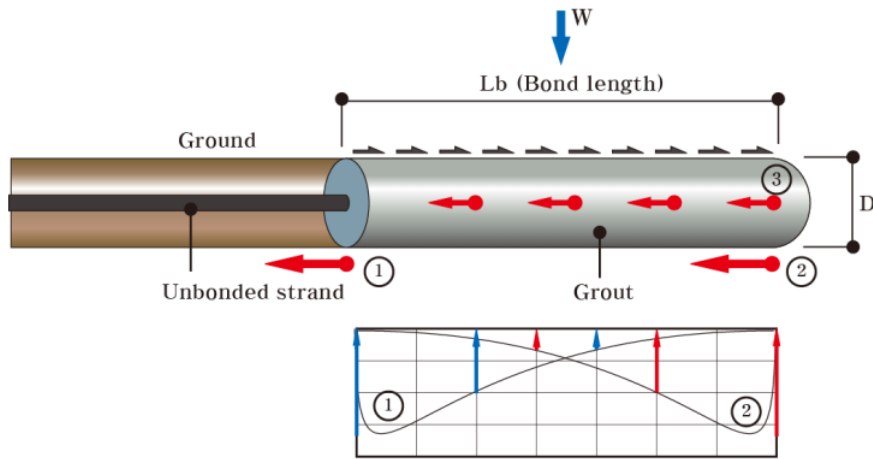
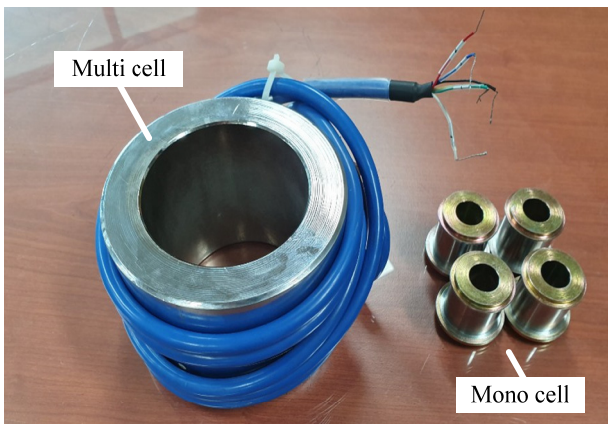
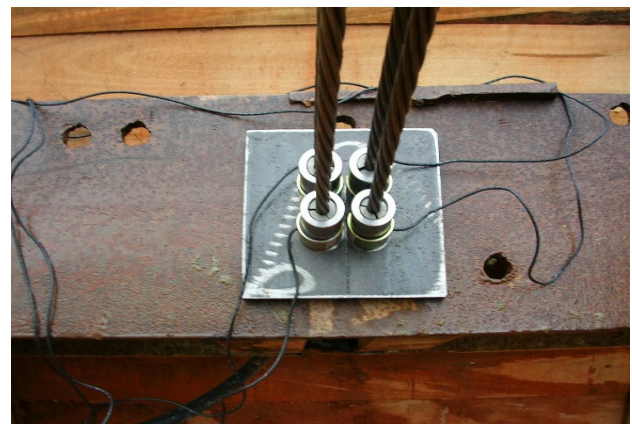


Fig. 1. Stress distribution of ground anchors (Kim et al., 2014)



(a) Comparison of multi and mono type load cell



(b) Installation view of mono type load cell

Fig. 2. Mono type load cell

압축응력이 발생한다. 하중분산형 앵커(③)의 경우는 정착 장 내부에 내하체가 분산 배치됨에 따라 하중 작용점이 분산되고 압축형 앵커와 인장형 앵커에 비해 작은 응력을 받는다.

이러한 하중분산형 앵커는 현장 적용이 증가됨에 따라 강연선별로 하중을 균등하게 적용할 수 있는 인장 장치도 보급되었으나 인장 장치의 중량이 크고 부속 자재가 많아 현실적으로 현장에서 다루기는 쉽지 않다. 따라서 현장에서는 여전히 강연선의 길이를 무시한 채 기존의 멀티타입 인장기를 주로 사용하고 있다.

## 2.2 모노타입 하중계

멀티타입 인장기를 이용하여 하중분산형 앵커를 긴장하는 경우에는 강연선의 길이 차이로 인해 내하체간 편하중이 발생하게 된다. 만약 시공중에 편하중이 심화되는 경우에는 강연선의 연쇄적인 파단이나 정착부의 항복이 발생

할 수 있기 때문에 사고를 미연에 방지하기 위해서는 각 강연선의 하중을 별도로 계측 관리할 필요가 있다. 각 강연선의 하중을 별도로 계측한다면 측정된 하중이 내하체 별 한계하중에 근접하는지 여부를 분석한 후 인장력을 조절함으로써 사고를 예방할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기존 멀티타입 하중계의 문제점인 각 강연선의 전체 하중이 한번에 측정되는 방식을 개선하기 위하여 하중계를 강연선별로 설치함으로써 각 강연선의 하중이 따로 측정될 수 있도록 하는 모노타입 하중계를 개발하였다. 모노타입 하중계는 Fig. 2(a)와 같이 멀티타입 하중계에 비해 부피와 중량이 작고 Fig. 2(b)와 같이 강연선별로 설치가 가능하다.

Table 1은 모노타입 하중계와 멀티타입 하중계의 제원을 비교한 결과이다. 멀티타입 하중계는 전기식과 진동현식이 있으나 모노타입 하중계는 휴대성을 위해 전기식을 사용하여 크기를 감소시켰다. 모노타입 하중계는 앵커 강연선의 가닥수에 따라 4개~6개의 모듈을 적용할 수 있도록

Table 1. Comparison of load cell

Division	Multy type load cell	Mono type load cell
Type	Electric Or Vibrating Wire	Electric
Weight	8.0kg	0.3kg/1EA, 1.2kg/4EA
Volume	H=10.7cm, D=12.8cm	H=3.3cm, D=4.5cm

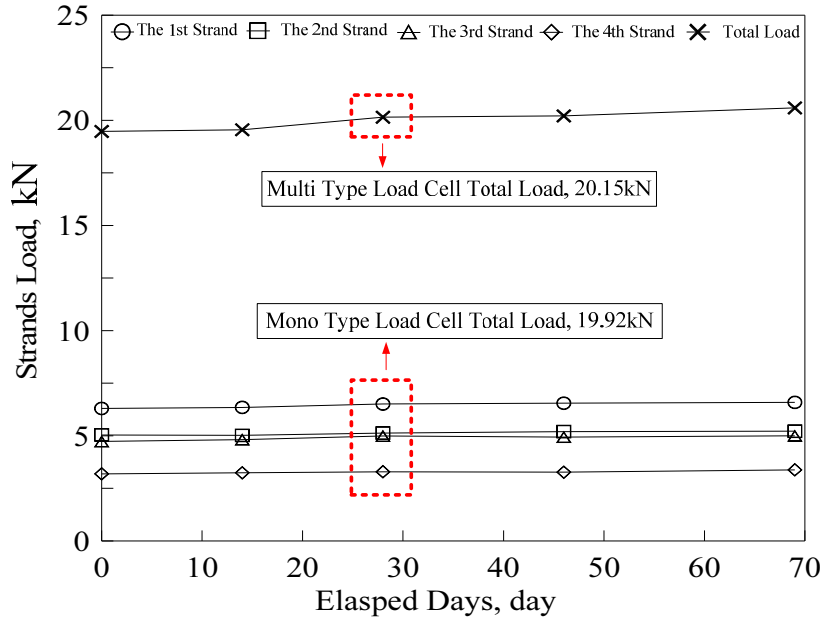


Fig. 3. Measurement case of multi and mono type load cell (Song et al., 2023)

를 제작하였다. 제작한 모노셀은 계측의 정확성을 높이기 위해 인장 및 압축시험기 교정지침(KCICC-CQI-20203)에 따른 측정 불확도를 검사하였으며 그 결과 측정 불확도는 0.51%로 신뢰수준 95%범위를 만족하는 것으로 나타났다.

Fig. 3은 멀티타입 하중계와 모노타입 하중계의 현장 계측 사례이다. 멀티타입 하중계는 강연선 4가닥의 전체 하중이 측정되는 반면 모노타입 하중계는 각 강연선의 하중이 따로 측정되는 것을 확인할 수 있다.

### 3. 하중 분산형 앵커의 현장 계측

#### 3.1 현장 조건

모노타입하중계의 현장계측은 6개현장에 대하여 80개소 이상 계측데이터를 확보하였으며, 80개소 모두 편하중이 발생하였고 편하중의 유형도 긴쪽과 짧은쪽 내하체에 따라 하중편차가 크고 같은 내하체에서는 두 개의 강연선의 하중은 편차가 거의 없는 상태인 것을 확인하였다. 본 논문에서 대표현장으로 1개현장을 선정하였고 Fig. 4는 평택지역 OO현장으로 멀티타입 하중계와 모노타입 하중계

를 인접한 앵커에 각각 설치 시공하여 두 하중계를 비교하였다. 지반조건은 앵커가 설치된 흙막이 가시설 상부의 경우 매립층, 실트질 점토, 풍화토층으로 구성되어 있다. 적용된 앵커는 일반적인 제거식 앵커로 적용되었다. 흙막이 굴착 깊이는 6.76m에서 9.72m로 각 단면에서 최하단에 설치된 앵커에 계측기를 설치하여 분석하였다. 흙막이 배면에는 도로가 존재하여 도로 차량 상재하중이 작용한다. 설치된 앵커는 하중분산형 앵커로 Table 2와 같은 제원으로 설계가 이루어졌다.

#### 3.2 현장계측 결과

멀티타입 하중계 및 모노타입 하중계의 초기정착시 현장계측 결과는 Table 3~Table 4와 같다. Table 3은 멀티타입 하중계와 모노타입 하중계의 계측기의 총 하중의 비교이며, Table 4는 모노타입 하중계의 각 강연선별 계측 결과이다. 멀티타입과 모노타입 하중계의 계측결과를 비교해 보면, 실제 가해진 하중에 비해 멀티타입 하중계에서 측정된 하중이 1.4%에서 4.8% 컸으며, 모노타입 하중계의 경우는 1%이내의 실 하중과의 오차를 보였다. 즉, 멀티타

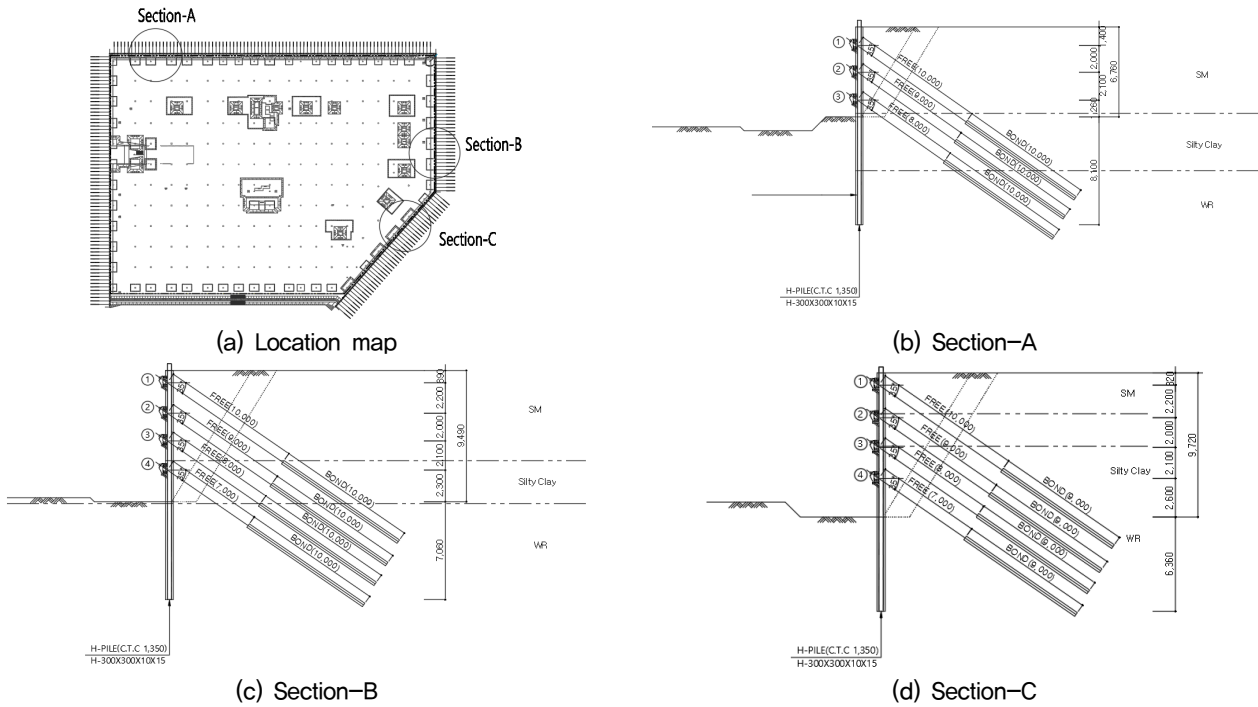


Fig. 4. Cross section of load distributing anchor measurement site

Table 2. Design specifications of anchor

Location	Depth (m)	Strands type	Anchor length (m)	Free length (m)	Bonded length (m)	Design force (kN)
Section-A	5.5	D12.7×4EA (PC Strands)	18.0	8.0m	10.0	176
Section-B	6.4	D12.7×4EA (PC Strands)	17.0	7.0m	10.0	188
Section-C	6.4	D12.7×4EA (PC Strands)	16.0	7.0m	9.0	192

Table 3. Measurement results of load cell

Location	Design force (kN)	Measurement result (tensile force, kN)	
		Multi cell (error rate)	Mono cell (error rate)
Section-A	176	184.4(4.8%)	174.7(-0.7%)
Section-B	188	195.0(3.7%)	189.1(0.6%)
Section-C	192	194.7(1.4%)	192.6(0.3%)

Table 4. Measurement results of monotype load cell

Location	Measurement result (tensile force, kN)					Design force (kN)
	Strand-1	Strand-2	Strand-3	Strand-4	Sum	
Section-A	39.8	39.9	47.9	47.1	79.7	176
Section-B	45.8	43.9	48.9	50.5	89.7	188
Section-C	63.0	50.4	47.3	31.9	113.4	192

입 하중계에서 측정된 하중이 실제 가해진 하중에 비해 크게 측정되고, 오차가 크게 발생되었다. 모노타입 하중계는 실제 설계 하중과 차이가 크지 않아 현장 시공 품질관리가 우수한 것으로 판단된다. 또한 모노타입 하중계의 경우 Table 4와 같이 각 강연선별 하중이 각각 측정이 가능하

며, 각 강연선별 하중이 다르게 측정되었다. 이와 같이 멀티타입 하중계에 비해 모노타입 하중계는 각 강연선별 하중의 차이와 하중 크기를 파악할 수 있어 편하중에 의해서 발생할 수 있는 앵커 파단 등의 문제점의 해결이 가능하였다.

#### 4. 멀티 및 모노타입 하중계의 계측 결과 분석

Fig. 5는 멀티타입 하중계와 모노타입 하중계의 설치 완료 후 현장 시공기간 동안에 총 하중을 비교한 것이다. 멀티타입 하중계의 경우 계측기 설치 이후 기간이 경과될수록 측정된 하중값의 편차가 2.8tonf으로 다소 크게 나타났으나, 모노타입 하중계의 경우 1.9tonf으로 설치 이후 시간 경과에 따른 하중값의 편차는 멀티타입 하중계에 비해 작았다. 멀티타입 하중계의 경우는 각 강연선별로 발생하는 하중 값이 상이하게 작용되는데, 이는 하중계 1개당 측정점이 3개소(센서 3개)로 편하중 집중지점이 측정으로부터 얼마나 가까이에 위치하는가에 따라 과대 평가되거나 과소 평가된 결과로 분석된다. 이에 비해 모노타입 하중계의 경우는 강연선(strand) 1개당 측정점이 4개소(센서 8개)로 4개의 강연선인 앵커에 적용된 모노타입 하중계는 총 16측점(센서 32개)에서 측정되므로, 편하중 집중지점의 영향에서 상대적으로 자유롭다. 이로 인해서 Fig. 5의 계측결과와 같이 편차가 다소 크게 나타난 것으로 분석된다. 모노타입 하중계의 경우에는 멀티타입 하중계에 비해 편하중 유무와 무관하게 측정되어 정밀한 시공관리가 가능할 것

으로 판단된다.

#### 5. 하중분산형 앵커의 편하중 특성 분석

Fig. 6은 각 지점의 하중분산형 앵커의 각 강연선에서 측정된 하중이다. A지점, C지점의 경우 초기에 측정된 각 강연선별 하중값 크기 순서는 시간 경과에 따라서 변화가 거의 없었다. 그러나 B지점의 경우 초기 하중값의 크기 순서는 시공 기간 동안 하중값의 순서가 크게 변화하였다. A지점, B지점의 경우 최대 하중과 최소 하중이 측정된 강연선의 하중값의 차이는 약 1tonf 이내였으나, C지점의 경우 최대 하중이 측정된 강연선과 최소 하중이 측정된 강연선의 하중값의 차이는 약 3tonf으로 최대 하중값 대비 50%의 하중이 추가적으로 작용되어 하중 차이가 크게 나타났다. C지점의 앵커와 같이 하중 차이가 크게 작용되는 앵커의 경우에는 현장 상황에 따라서 지하수위, 배면 토압 등 추가적인 작용하중이 발생할 경우 하중이 크게 작용되는 강연선에 하중이 집중되어 편하중에 따른 앵커의 파단 등의 현장의 안전사고가 발생할 수 있어 시공관리의 주의가 요구된다.

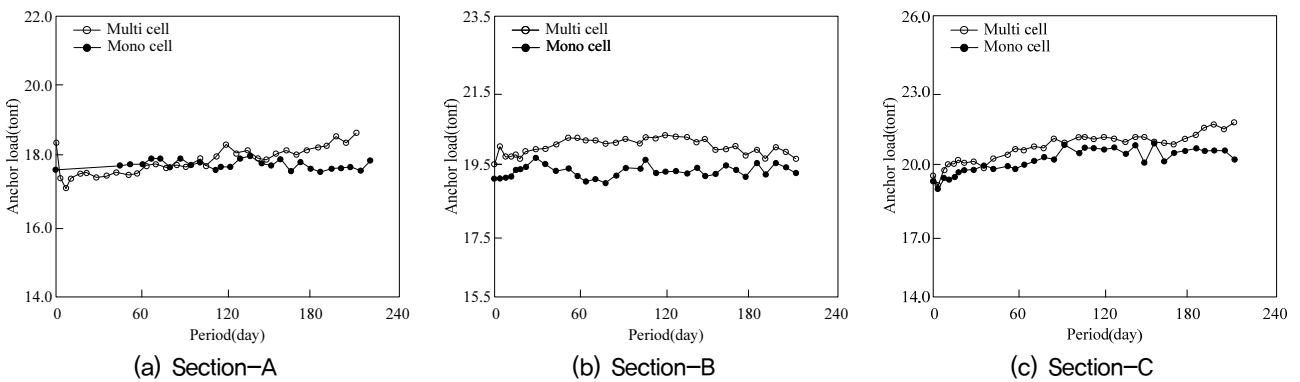


Fig. 5. Comparison of total measurement results of mono type and multi type load cell

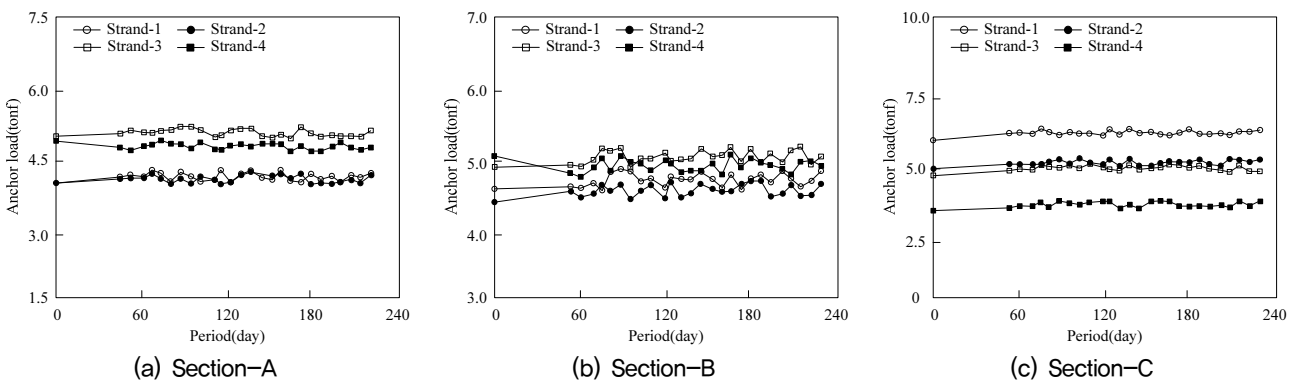


Fig. 6. Asymmetric load of mono type load cell

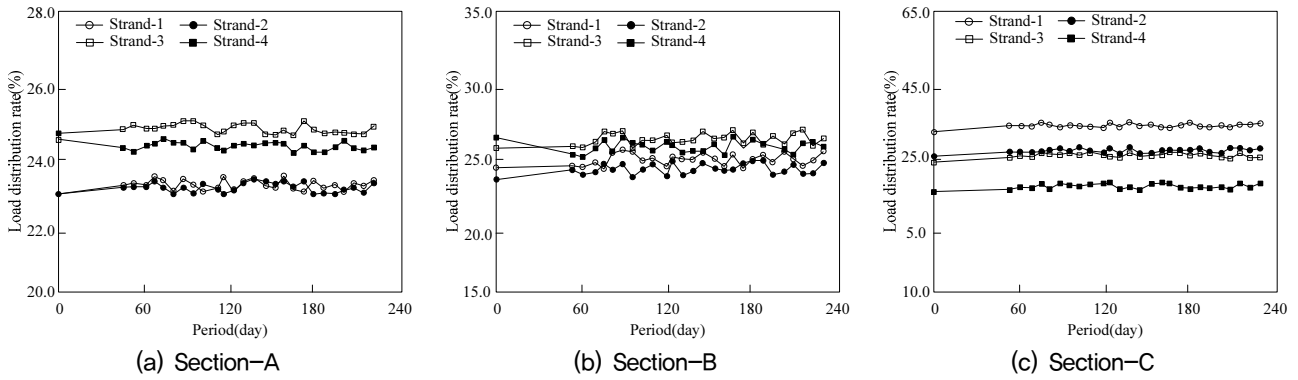


Fig. 7. Load distribution rate of mono type load cell

Fig. 7은 각 지점에서의 각 강연선에 작용되는 초기 앵커 도입하중 대비 각 강연선에 작용되는 하중분담율(각 강연선하중/초기 앵커 도입하중)이다. 하중분담율은 각 강연선에 작용되는 하중과 동일한 형태의 곡선 형태를 보였다. A지점 및 B지점의 경우 약 23%에서 28%까지 하중분담율을 보였으며, 타 앵커에 비해 각 강연선 하중값 차가 큰 C지점의 경우 약 15%에서 35%의 하중분담율을 보여 편하중이 크게 나타났다. 강연선의 길이가 비교적 긴 하중분산형 앵커의 경우 각 강연선 하중분담율 차이는 약 5%를 보였으나, 강연선길이가 비교적 짧은 하중분산형 앵커의 경우 하중분담율 차이는 약 20%로 크게 나타났다. 하중분담율 차이가 정상적인 앵커에 비해 크게 나타나는 앵커의 경우 편하중에 의한 안전사고 발생 우려가 있어 집중적인 안전관리가 필요할 것으로 판단된다.

서 최대 약 +1.4~+4.8% 크게 나타났으며, 모노타입 하중계에서는 -0.7~+0.6%이하의 하중 차이를 보여 앵커에 작용되는 정확한 하중 측정이 가능하였다.

3. 하중 분산형 앵커의 편하중 발생 분포는 초기 측정 하중과 비교적 동일하게 유지되었으나, 편하중에 의한 피해가 예상되는 앵커의 경우 초기 강연선별로 초기 하중값의 차가 크게 나타났다.
4. 하중 분산형 앵커의 각 강연선별 초기 도입 하중에 대한 하중분담율 분석 결과 정상적인 하중분산형 앵커의 경우 각 강연선 하중분담율 차이는 약 5.0%를 보였으나, 강연선의 길이가 비교적 짧은 앵커의 경우 편하중이 크게 나타나 하중분담율 차이는 약 20.0%를 보였다. 이러한 앵커의 경우 현장에서의 안전관리가 필요할 것으로 판단된다.

## 6. 결론

1. 멀티타입 하중계의 경우 계측기 설치 이후 기간이 경과 될수록 측정된 하중 값의 차이가 다소 크게 나타났으나, 모노타입 하중계의 경우 설치 이후 시간 경과에 따른 하중값의 차이없이 안정적인 값을 제공한다. 이는 멀티타입 하중계 1개당 측점이 3개소(센서 3개)로 편하중 측정지점에 따라 오차가 발생할 수 있으나 모노타입 하중계의 경우는 강연선(strand) 1개당 측점이 4개소(센서 8개)로 4개의 강연선인 앵커에 적용된 모노타입 하중계는 총 16측점(센서 32개)에서 측정되므로, 편하중 집중지점의 영향에서 상대적으로 자유롭다.
2. 멀티타입 하중계와 모노타입 하중계에서 계측된 총 하중값은 각 강연선별 하중값의 차이로 로드셀에 편하중이 작용되어 실제 설계 하중에 비해 멀티타입 하중계에

## References

1. Englert, C. M., Gómez, J. E., Wilkinson, C. and Godet, V. (2015), "Development of Removable Load Distributive Compressive Anchor Technology", *IFCEE 2015, ASCE*, pp.748-762.
2. Han, J. H. (2016), "A Study of Behavior Characteristics of Load Distributing Ground Anchor System based on Field Tests and Numerical Analyses", Ph.D Thesis, Hongik University.
3. Han, J. M., Kim, G. H., Woo, J. T. and Lee, K. I. (2017), "Evaluation of Pullout Capacity of Anchors by Bonded Length through Model Test", *Journal of the Korean Geosynthetic Society*, Vol.16 No.3, pp.11-19.
4. Hertz, J. S., Moormann, G., Paquette, M., Shapiro, S. S. and Gallagher, M. J. (2015), "Removable Compressive Load Distributive Strand Anchors: Case History and Lessons Learned", *IFCEE 2015, ASCE*, pp.1597-1607.
5. Hong, L. and Jun, F. (2015), "Study on Anchorage Mechanism of Pressure Dispersed Anchor by Numerical Analysis",



- Chinese Journal of Underground Space and Engineering*, Vol.11, pp.446-455.
6. Hwang, T. H. and Lee, K. I. (2016), "Pullout behavior of Multiple Compression Type Anchor with the Space of Load Point", *Journal of Korean Society of Hazard Mitigation*, Vol.16, No.3, pp.271-279.
  7. Jo, B. H., Shin, G. B. and Chung, C. K. (2023), "Load transfer behavior and interference effect of load distributive compression anchor in residual soil", *Acta Geotechnica*, Vol.16, No.6, pp.1-18.
  8. Kim, J. H. (2013), "Characteristics of Multi Load Transfer Ground Anchor System", Ph.D Thesis, Konkuk University.
  9. Kim, J. H., Jeong, H. S., Kwon, O. Y. and Shin, J. H. (2014), "A Study on the Characteristics of Multi Load Transfer Ground Anchor System", *Journal of Korean Tunnel Underground Space Association*, Vol.16, No.1, pp.25-50.
  10. Lee, J. U. (2014), "Effect of Multi-Compression Type Anchor with the Installation Space of Compression Tube", Ph.D Thesis, Daejin University.
  11. Lee, K. I., Lee, J. W. and Kim, J. H. (2019), "Improvement of Pullout Loads by Variation of Two Load Points in Anchorage System", *Geotechnical Engineering*, Vol.23, pp.3330-3339.
  12. Song, Y. J., Song, S. J., Woo, D. H., Kim, G. H and Lee, K. I. (2023), "Limit Load Analysis of Distributive Compressive Anchor through Mono Type Load Cell", *Fall Geosynthetics Conference*, pp.107-108.