

# ACI 355.2에 의한 콘크리트 확장앵커의 유효계수(k값) 결정방법

## The Method for Determining the Effectiveness Factor(k value) of Concrete Expansion Anchors in accordance with ACI 355.2

이 병 수\*

Lee, Byung Soo

### Abstract

Recently, concrete expansion anchors which are a type of post-installed mechanical anchors are widely used in reinforcement concrete structures. In order to be used in the reinforced concrete structures designed in accordance with ACI 318-19 or ACI 349-13, the structural performance tests of the concrete expansion anchors should be conducted in accordance with ACI 355.2. The effectiveness factor( $k$ ) of concrete expansion anchors should be determined through the reference tests and used for the design of anchorage to concrete according to ACI 318-19 or ACI 349-13. In this study, we will look into the method for determining the effectiveness factor( $k$ ) of concrete expansion anchors and anchorage design process of concrete expansion anchors by using the effectiveness factor( $k$ ) in accordance with ACI 349-19.

키 워 드 : 콘크리트 확장앵커, 후설치 기계식앵커, 매입앵커, 유효계수

Keywords : concrete expansion anchor, post-installed mechanical anchors, cast-in anchors, effectiveness factor

## 1. 서 론

콘크리트 타설전에 시공되는 일반 매입앵커(cast-in anchors)와 달리 후설치 앵커(Post-installed anchors)의 일종인 콘크리트 확장앵커(CEA)는 콘크리트가 경화된 이후에 필요한 위치와 크기에 맞춰 손쉽게 설치할 수 있는 특징 때문에 구조물의 신규 건설뿐만 아니라 기존 구조물의 유지보수, 보강 및 기기의 추가설치 등에 유용하게 사용할 수 있다. 하지만, 시공조건에 따라 콘크리트 확장앵커의 거동이 큰 편차를 보일 수 있어 ACI 318-19에서는 콘크리트 확장앵커의 유효계수( $k$ )를 일반 매입앵커보다 보수적으로 적용기준을 제시하고 ACI 355.2의 시험결과를 반영할 경우 이를 완화할 있도록 규정하고 있다. 따라서, 콘크리트 확장앵커의 기준시험(Reference Tests)을 통해 결정된 유효계수( $k$ )를 ACI 318-19의 앵커설계에 활용하는 방법을 살펴보고자 한다.

## 2. 유효계수( $k$ ) 결정 (ACI 355.2-07)

유효계수( $k$ )를 결정하는 방법은 그림 1 업무흐름도와 같으며 이를 간단히 요약하며 다음과 같다.

- 1단계 : 기준시험(Reference Tests)의 변동계수(COV, Coefficient of Variation)가 15% 이하인 경우에만 2단계로 진행하고 15%를 초과한 경우에는 변동계수 요건 만족시까지 추가시험을 통해 시험수량을 증가시킨다.
- 2단계 : 콘크리트 파열파괴의 유효계수 [ $k = N_b / (\sqrt{f_{c, test}} h_c^{1.5})$ ]를 산정하고 이외의 파괴는 아래와 같이 처리한다.
  - 강재파괴 : 매입깊이나 강재강도를 증가시켜 콘크리트 파괴가 유도되도록 시험을 수행하거나 표 1의 최소허용 유효계수( $k$ )를 적용하고 강재파괴 특성내력( $f_{u, test}$ )을 기록한다.
  - 인발파괴 : 매입깊이 증가 후 콘크리트 파괴가 유도되도록 시험을 수행하거나 인발파괴 특성인장내력( $N_p$ )을 기록한다.
- 3단계 : 산정된 유효계수( $k$ )가 표 1의 최소 허용값 미만이면 특성인장저항력( $N_p$ )을 기록하고, 최소 허용값 이상이면 최대 기록값을 초과하지 않는 범위내에서 산정된 유효계수( $k$ )를 사용한다.
- 4단계 : 균열 및 비균열 콘크리트 유효계수( $k_{cr}$ ,  $k_{uncr}$ )와 인장강도 균열 수정계수( $\psi_{c, N} = k_{uncr} / k_{cr}$ )를 기록한다.

\* 한국수력원자력(주), 중앙연구원 차장, 교신저자(lbs6985@hanmail.net)

표 1. 유효계수(k)의 최소 및 최대값 (ACI 355.2-07 기준)

시험 유형	US Customary Unit (Inch-pound)		SI 단위	
	최소 허용값 k	최대 기록값 k	최소 허용값 k	최대 기록값 k
균열 콘크리트	17	21	7	9
비균열 콘크리트	24	30	10	13

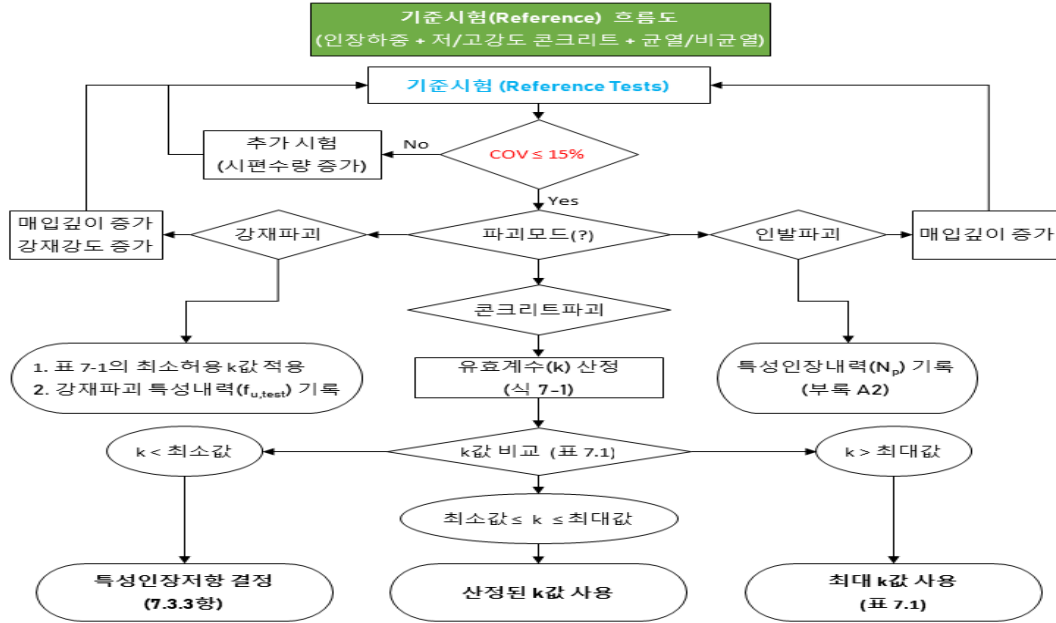


그림 1. 기준시험(Reference Tests) 흐름도

### 3. 유효계수(k)를 활용한 앵커설계 (ACI 318-19)

ACI 318-19에 따라 설계된 콘크리트에 사용되는 단일/그룹 인장앵커 콘크리트 파열 공칭강도( $N_{cb}, N_{cbg}$ ) 및 단일 인장앵커 콘크리트 파열 기본강도( $N_b$ )의 설계에 활용한다.

○ 단일 인장앵커 콘크리트 파열 공칭강도 :  $N_{cb} = (A_{Nc}/A_{Nco})\Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$  ----- (1)

○ 그룹 인장앵커 콘크리트 파열 공칭강도 :  $N_{cbg} = (A_{Nc}/A_{Nco})\Psi_{ec,N} \Psi_{ed,N} \Psi_{c,N} \Psi_{cp,N} N_b$  ----- (2)

○ 단일 인장앵커 콘크리트 파열 기본강도 :  $N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5}$  ----- (3)

### 4. 결 론

ACI 355.2의 기준시험을 통해 확보된 콘크리트 확장앵커의 유효계수(k)를 ACI 318이나 ACI 349의 앵커설계에 활용할 경우 콘크리트 확장앵커(CEA)의 설계최적화에 기여할 수 있으므로 이의 적극적인 활용이 요구된다.

### Acknowledgement

본 논문은 한국수력원자력(주)의 “콘크리트 확장앵커(CEA) 신뢰성 향상을 위한 구조성능 평가 및 검증 (과제번호: B20XP02)”의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사를 드립니다.

### 참 고 문 헌

1. ACI 355.2, Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete and Commentary, 2007
2. ACI 355.3R, Guide for Design of Anchorage to Concrete : Examples Using ACI 318 Appendix D, 2011
3. ACI 318-19, Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318-19) and Commentary on Building Code Requirements for Structural Concrete(ACI 318R-19), 2019
4. ACI 349-13, Code Requirements for Safety-Related Concrete Structures (ACI 349-13) and Commentary, 2013