

SPSPSPSP
SPSPSPS
SPSPSP
SPSPS
SPSP
SPS

SPS-F KOCED 0020-7486

SPS

모듈러 신축이음장치 성능평가 시험방법
SPS-F KOCED 0020-7486:2022

국토교통연구인프라운영원

2022년 03월 28일 제정

심 의 : 국토교통연구인프라운영원 단체표준심사위원회

| | 성 명 | 근 무 처 | 직 위 |
|-------|-------|-------------------|-----------|
| (위원장) | 하 동 호 | 건국대학교 | 교 수 |
| (위 원) | 이 준 호 | (주)대봉비엠텍 | 상 무 이 사 |
| | 최 상 현 | 한국교통대학교 | 교 수 |
| | 최 은 수 | 홍익대학교 | 교 수 |
| | 황 훈 희 | 한국도로협회 | 센 터 장 |
| | 유 진 규 | 한국화학융합시험연구원 | 책 임 연 구 원 |
| | 한 종 옥 | 명지대학교 하이브리드구조실험센터 | 본 부 장 |
| (간 사) | 정 대 성 | 국토교통연구인프라운영원 | 본 부 장 |
| | 김 태 형 | 국토교통연구인프라운영원 | 수 석 연 구 원 |

원안작성협력 : 한국건설기술연구원, 명지대학교 하이브리드구조실험센터

| | 성 명 | 근 무 처 | 직 위 |
|---------|-------|-------------------|-----------|
| (연구책임자) | 이 정 우 | 한국건설기술연구원 | 수 석 연 구 원 |
| (참여연구원) | 곽 종 원 | 한국건설기술연구원 | 선임연구위원 |
| | 최 은 석 | 한국건설기술연구원 | 수 석 연 구 원 |
| | 김 성 태 | 한국건설기술연구원 | 수 석 연 구 원 |
| | 김 철 영 | 명지대학교 하이브리드구조실험센터 | 교 수 |
| | 박 민 석 | 명지대학교 하이브리드구조실험센터 | 박 사 |

표준열람 : e나라 표준인증(<http://www.standard.go.kr>)

제정단체 : 국토교통연구인프라운영원

제 정 : 2022년 03월 28일

심 의 : 국토교통연구인프라운영원 단체표준심사위원회

원안작성협력 : 한국건설기술연구원

이 표준에 대한 문의사항이 있을 시 e나라 표준인증 웹사이트에 등록된 표준담당자에게 연락 바랍니다.

이 표준은 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진운영 요령 제11조의 규정에 따라 매 3년마다 확인, 개정 또는 폐지됩니다.

목 차

| | |
|--------------------------------------|----|
| 머 리 말 | ii |
| 1 적용범위 | 1 |
| 2 인용표준 | 1 |
| 3 용어와 정의 | 1 |
| 4 시험항목과 절차 | 2 |
| 4.1 시험항목 | 2 |
| 4.2 시험절차 | 2 |
| 4.3 시험일반조건 | 3 |
| 5 작동성능시험 | 3 |
| 5.1 교축방향 수축신장시험 | 3 |
| 5.2 교축직각방향 수축신장시험 | 5 |
| 6 강도성능시험 | 6 |
| 6.1 수직하중 지지시험 | 6 |
| 6.2 수직하중 피로시험 | 7 |
| 7 방수성능시험 | 9 |
| 7.1 요구조건 | 9 |
| 7.2 시험체 | 9 |
| 7.3 시험방법 | 9 |
| 7.4 시험종료 | 9 |
| 8 보고서 | 9 |
| SPS-F KOCED 0020-7486:2022 해 설 | 11 |

머 리 말

이 표준은 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준지원 및 촉진 운영요령에 따라 국토교통연구인프라운영원 단체표준심사위원회를 거쳐 제정한 단체표준이다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부는 저작권법에 따른 보호대상이 되는 저작물이 될 수 있다.

이 표준의 내용 일부 또는 전부가 ISO·IEC 등에서 제정한 표준을 참고하여 제정 또는 개정된 경우, 해당 표준의 저작권을 보유하고 있는 ISO·IEC 등의 저작권 보호 규정 등에 따라 보호되어야 한다.

이 표준의 일부가 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 저촉될 가능성이 있다는 것에 주의를 환기한다. 국토교통연구인프라운영원의 장과 단체표준 심사위원회는 이러한 기술적 성질을 가진 특허권, 출원공개 이후의 특허출원, 실용신안권 또는 출원공개 후의 실용신안등록출원에 관계되는 확인에 대하여 책임을 지지 않는다.

모듈러 신축이음장치 성능평가 시험방법

Test method for performance evaluation of modular expansion joint

1 적용범위

이 표준은 교량에 설치되어 온도변화, 콘크리트의 건조수축과 크리프, 활하중 등에 의해 발생하는 교량의 축방향 변위를 수용하고 차륜을 지지하여 원활한 차량운행이 가능하게 하는 모듈러 신축이음장치의 성능평가를 위한 시험방법에 대해 규정한다.

2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS F 4425, 교량 신축이음 장치 시험방법

3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

3.1

신축이음장치(expansion joint)

온도변화, 하중, 크리프, 건조수축 등에 의한 상부구조의 신축량을 수용하고 이음부의 평탄성을 유지시킬 목적으로 교량의 연결부에 설치하는 장치

3.2

모듈러 신축이음장치(modular expansion joint)

지지식 신축이음장치의 일종으로 지지보(support beam) 상부에 1개 이상의 중간보(center beam)와 단부보(edge beam)로 구성되어 하중을 분산시키는 구조이며, 각 축에 대해 이동이 가능하며 제한적으로 회전이 가능한 장치

3.3

신축량(expansion length)

교량 상부구조가 온도변화, 하중, 크리프, 건조수축 등에 의해 교축방향으로 수축·신장하는 길이 변화량

3.4

설계신축량(design expansion length)

교량 설계에서 계산된 값으로서 기본신축량과 설치여유량, 부가여유량을 합산하여 계산된 신축량

3.5

봉합재(seal)

노면으로부터 우수 또는 이물질이 신축이음장치로 유입되지 않도록 중간보 사이나 중간보와 단부보 사이에 삽입되는 고무

4 시험항목과 절차

4.1 시험항목

신축이음장치의 성능평가는 교량에 설치되어 온도변화, 콘크리트의 건조수축과 크리프, 차량 하중 등에 의해 발생하는 교량의 다양한 변위를 적절히 수용하고 차량이 원활한 주행을 할 수 있게 하는 능력을 확인하기 위한 것으로 작동성능시험, 강도성능시험(수직하중 피로시험, 수직하중 지지시험), 방수성능시험방법이 있다.

이 표준에서는 신축이음장치의 여러 형태 중 지지식 신축이음장치인 모듈러 신축이음장치의 시험절차를 규정하는 것으로 성능평가 시험항목은 작동성능시험, 강도성능시험, 방수성능시험을 수행하며, 모든 시험항목은 동일한 시험체로 수행한다.

4.1.1 작동성능시험

작동성능시험은 신축이음장치가 설계수명동안 반복적으로 수축하거나 신장하였을 때 신축이음장치의 손상 여부를 판단하기 위해 수행하며, 교축방향과 교축직각방향에 대해 모두 수행한다.

4.1.2 강도성능시험

실제 교량에서 작동하는 신축이음장치의 성능을 실험적으로 평가하기 위한 방법으로 수직하중 지지시험과 수직하중 피로시험으로 구분할 수 있다. 수직하중 지지시험은 충격계수와 하중계수 등을 고려한 단면력에 대해 안전성을 판단하기 위한 시험으로 설계힘강도의 만족여부를 판단하기 위해 수행하며, 수직하중 피로시험은 반복적인 수직하중에 대한 지지성능 확인을 위해 수행한다.

4.1.3 방수성능시험

방수성능시험은 노면으로부터 우수가 신축이음장치로 유입되는 것을 방지하는 봉합재와 중간보 또는 단부보의 연결부 방수성능을 검증하기 위한 시험방법이다.

4.2 시험절차

그림 1에 나타낸 시험절차는 모듈러 신축이음장치의 내구성과 적합성을 검증하기 위한 시험절차이다. 시험절차는 시험 계획서 작성, 시험체 설치 조건, 성능평가 수행, 결과보고서 작성 등으로 구분할 수 있다. 시험 계획서 작성에서는 신축이음장치의 구조검토, 경계조건, 가력 및 계측 계획을 수립하고, 이에 맞는 조건으로 시험체를 설치하고 성능평가 시험을 수행한다. 성능평가 시험은 작동성능시험, 강도성능시험, 방수성능시험으로 구분하여 시험을 수행하고, 이 결과를 바탕으로 분석하여 결과보고서를 작성한다.

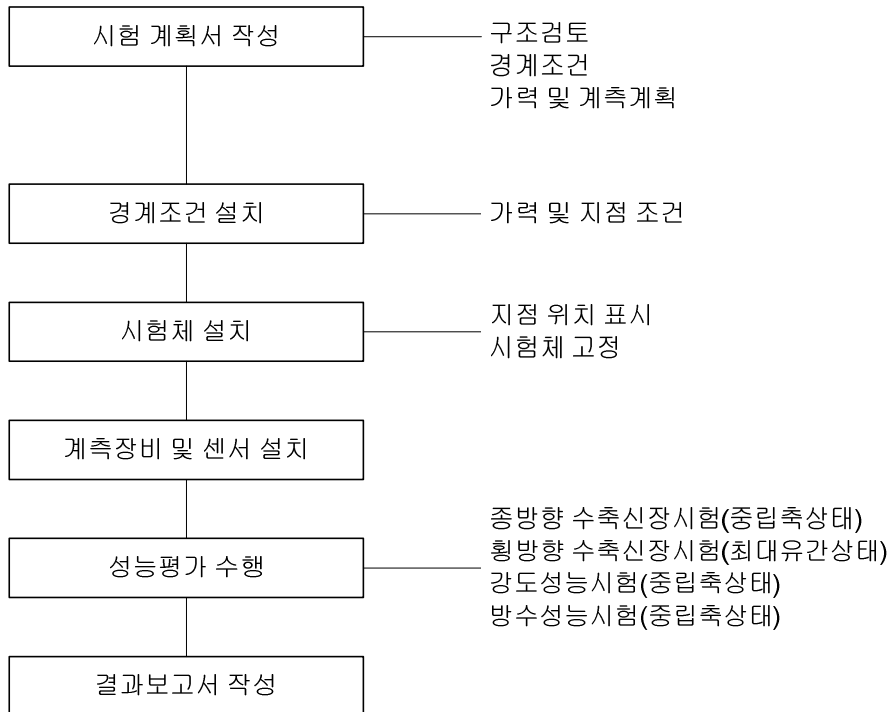


그림 1 — 모듈러 신축이음장치 성능평가 시험절차

4.3 시험일반조건

- 시험체에 사용하는 재료는 KS F 4425에서 규정하고 있는 시험항목을 수행한 재료를 사용하여야 한다. 고무는 인장시험, 경도시험, 인열시험, 노화시험, 압축 영구 줄임률 시험, 오존 균열 시험을, 강재는 항복점 또는 내력, 인장강도, 연신율, 굽힘성을 수행하여야 한다.
- 시험실의 온도는 시험체가 실제 건설되는 현장 조건의 온도 범위내로 하되 별도의 제시가 없는 경우에는 $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 로 하고, 시험성적서에는 시험시 온도를 기록하여야 한다. 온도에 따라 시험결과에 영향을 미치는 경우에는 정상범위 내에서 시험을 수행하여야 한다.

5 작동성능시험

5.1 교축방향 수축신장시험

5.1.1 요구조건

설계신축량이 신축이음장치 설계수명 동안 반복적으로 수축, 신장하였을 때 신축이음장치의 손상이 발생하지 않아야 하며, 종료 후 이상 소음이 발생하지 않아야 한다.

5.1.2 시험체

- 시험체는 실제 신축이음장치 단면과 제원이 동일하여야 한다.
- 시험체는 설계 위험단면을 반드시 포함하여 제작되어야 한다.
- 시험체의 교축직각방향길이는 최소 1 000 mm 이상을 원칙으로 하고, 2개 이상의 지지보를 포함하여야 한다.
- 신축이음장치가 경사지게 설치되거나 사각을 갖는 경우 이를 고려하여 시험체를 제작하여야 한다.
- 신축이음장치에 용접 등 이음부가 있는 경우에는 이음부를 반드시 포함하여 시험체를 제작하여야 한다.

한다.

f) 교축방향 이동레일 또는 미끄럼재를 설치하여 교축방향으로 이동을 원활하게 하여야 한다.

5.1.3 시험장비

- a) 시험체 고정장치는 시험체를 실제 현장과 유사하게 고정할 수 있는 구조이어야 한다.
- b) 가력장비는 시험체에 소정의 하중을 반복 재하 할 수 있고 하중과 변위이력을 기록할 수 있어야 한다.
- c) 시험장비와 계측장비는 정기적으로 공인된 기관에서 교정을 실시하고, 공인된 교정성적서를 시험 데이터와 함께 제출하여야 한다. 단, 공인시험기관(KOLAS 시험기관)에서 실시한 시험결과는 교정 성적서 제출을 생략할 수 있다.

5.1.4 시험체 설치

- a) 시험체의 한쪽은 수직과 교축방향으로 이동하지 못하도록 완전 고정하고, 다른 한쪽은 교축방향 이동이 가능하도록 한다.
- b) 시험체 설치 시 지점이 이동하지 않도록 주의하며, 시험체의 지점위치와 하부 고정 블록의 중심이 일치하도록 설치한다.
- c) 가력장치는 고정프레임 또는 반력벽에 고정되도록 설치하여야 한다.
- d) 가력장치의 가력면은 시험체와 체결되어야 한다. 이때 시험체 수평방향 중심선은 유압가력기의 중심선과 일치되어야 한다.

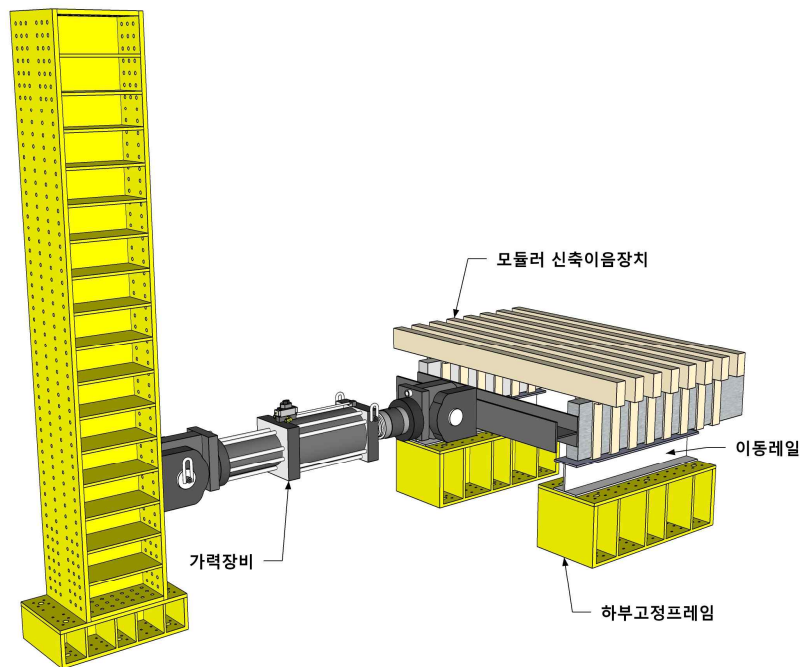


그림 2 — 수축신장시험(교축방향) 개요도(예시)

5.1.5 시험방법

- a) 시험에 앞서 시험체의 성능에 영향을 줄 수 있는 결함에 대한 육안으로 확인한다.
- b) 시험체를 그림 2와 같이 고정 블록에 완전 고정하고 가력장비로 수축, 신장을 반복 재하한다.
- c) 중립축 상태에서 설계신축량의 $\pm 50\%$ 에 해당하는 변위를 갖도록 하며, 반복횟수는 5 000회 또는

다음과 같이 계산된 값중 큰값으로 결정한다.

$$N = 365 \times \frac{Y}{2} \quad (1)$$

여기에서,

N : 반복횟수

Y : 신축이음장치 설계수명(단위: 년)

비고 교축방향 수축신장시험 변위 계산 예: 설계신축량이 200 mm인 신축이음장치의 경우 중립축 상태에서 신장방향 100 mm, 수축방향 100 mm를 목표횟수 동안 반복 수행한다..

- d) 중립축 상태에서 최대신장 상태, 최대수축 상태, 중립축 상태로 돌아오는 과정을 1회로 하여 해당 회수만큼 반복한다.
- e) 시험속도는 최소 0.03 Hz 이상, 최대 0.1 Hz 이하이어야 한다.

5.1.6 시험종료

- a) 반복이동이 완료되었을 때
- b) 시험체가 더 이상 원활히 작동하지 않을 때
- c) 시험을 계속 진행하는 것이 안전하지 않다고 판단될 때

5.2 교축직각방향 수축신장시험

5.2.1 요구조건

- a) 교축직각방향 수축신장시험 요구조건은 5.1.1을 따른다.

5.2.2 시험체

- a) 교축직각방향 수축신장시험 시험체 제작은 5.1.2를 적용한다.
- b) 교축직각방향 이동레일을 설치하여 교축직각방향 이동을 원활하게 하여야 한다.
- c) 교축방향 수축신장시험을 완료한 시험체이어야 한다.

5.2.3 시험장비

교축직각방향 수축신장시험 시험장비는 5.1.3와 동일한 장비를 사용한다.

5.2.4 시험체 설치

- a) 교축직각방향 수축신장시험체 설치는 5.1.4와 동일하게 한다.
- b) 시험체의 한쪽은 수직과 교축방향으로 이동하지 못하도록 완전 고정하고, 다른 한쪽은 교축직각방향 이동이 가능하도록 한다.
- c) 시험체는 최대유간 상태에서 단부보에 가력기를 고정한다.

5.2.5 시험방법

- a) 시험에 앞서 시험체의 성능에 영향을 줄 수 있는 결함에 대한 육안으로 확인한다.
- b) 시험체를 그림 3과 같이 고정 블록에 완전 고정하고 가력장비로 수축, 신장을 반복 재하한다.
- c) 최대유간 상태에서 설계신축량의 $\pm 10\%$ 에 해당하는 변위를 갖도록 하며, 반복횟수는 교축방향 수

축신장시험 반복횟수의 10 %를 적용한다.

비고 교축직각방향 수축신장시험 변위 계산 예: 설계신축량이 200 mm인 신축이음장치의 경우 중립 축 상태에서 신장방향 20 mm, 수축방향 20 mm를 목표횟수 동안 반복 수행한다.

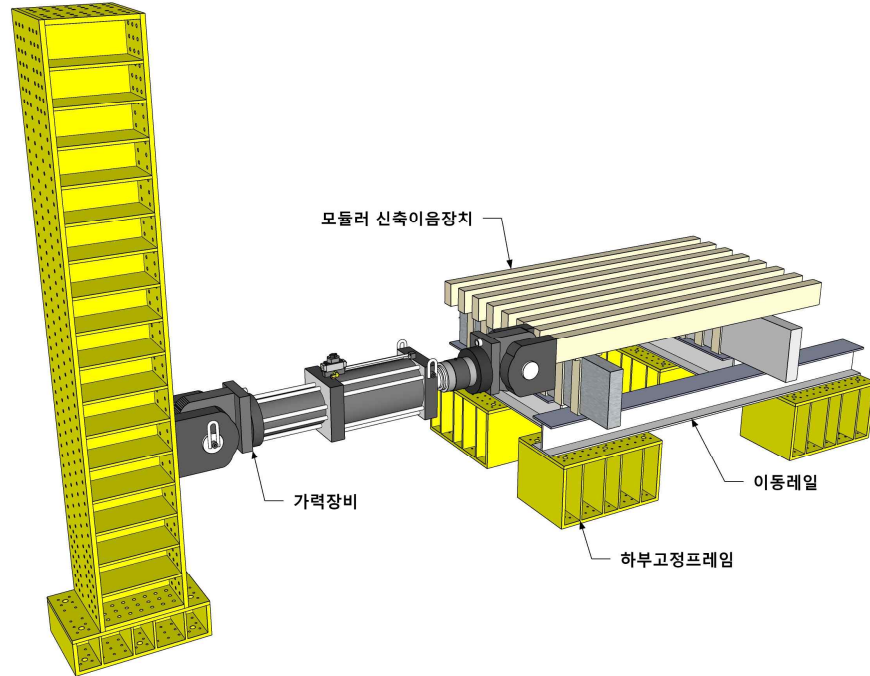


그림 3 — 수축신장시험(교축직각방향) 개요도(예시)

5.2.6 시험종료

- a) 반복이동이 완료되었을 때
- b) 시험체가 더 이상 원활히 작동하지 않을 때
- c) 시험을 계속 진행하는 것이 안전하지 않다고 판단될 때

6 강도성능시험

6.1 수직하중 지지시험

6.1.1 요구조건

- a) 최대 설계활하중까지 재하한 후에도 신축이음장치의 손상이 발생하지 않아야 한다.

6.1.2 시험체

수직하중 지지시험체는 5.의 작동성능시험을 완료한 시험체이어야 한다.

6.1.3 시험장비

수직하중 지지시험 시험장비는 5.1.3의 기준을 적용한다.

6.1.4 시험체 설치

- a) 수직하중 피로시험체 설치는 5.1.4와 동일하게 한다.
- b) 시험체와 가력판 사이에는 고무판을 설치하여 차륜하중을 모사할 수 있어야 한다.

6.1.5 시험방법

- a) 시험에 앞서 시험체의 성능에 영향을 줄 수 있는 결함에 대한 육안으로 확인한다.
- b) 시험체를 중립축 상태에서 설계 위험단면에 가장 불리한 하중 재하조건이 되도록 재하위치를 선정한다.
- c) 시험체를 그림 4와 같이 고정 블록에 완전 고정하고 가력장비로 수직하중을 재하한다.
- d) 하중재하 속도는 20 kN/min 이하의 속도로 하고, 충격계수를 고려한 최대 설계활하중인 124.8 kN 까지 하중을 재하한 후(최대 설계활하중에서 1분간 유지) 0 kN까지 하중을 제거하여 시험한다.

6.1.6 시험종료

- a) 수직하중 재하가 완료되었을 때
- b) 시험체에 손상이 발생하여 시험을 계속 진행하는 것이 안전하지 않다고 판단될 때

6.2 수직하중 피로시험

6.2.1 요구조건

- a) 설계 피로응력을 2 000 000회 반복 재하한 후에도 신축이음장치의 손상이 발생하지 않아야 한다.

6.2.2 시험체

수직하중 피로시험체는 5.의 작동성능시험을 완료한 시험체이어야 한다.

6.2.3 시험장비

수직하중 피로시험 시험장비는 5.1.3와 동일한 장비를 사용한다.

6.2.4 시험체 설치

- a) 수직하중 피로시험체 설치는 5.1.4와 동일하게 한다.
- b) 시험체와 가력판 사이에는 가력판과 동일한 크기의 고무판을 설치하여 차륜하중을 모사할 수 있어야 한다.

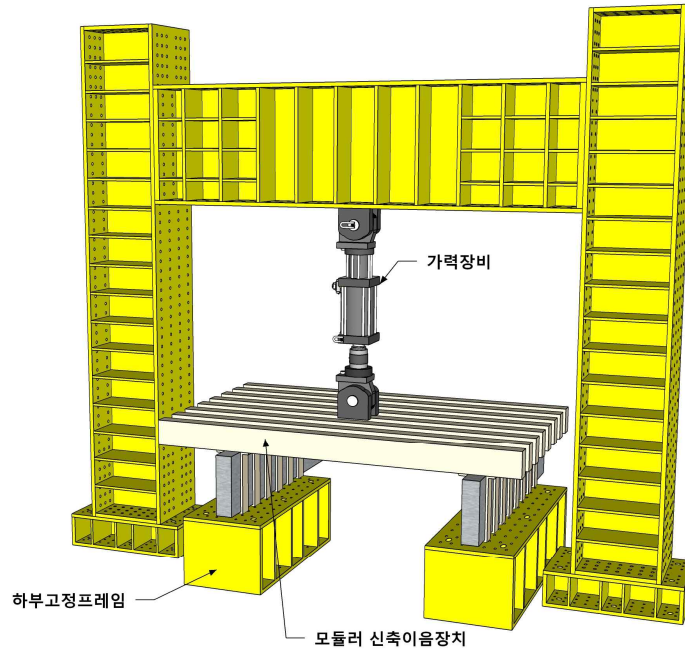


그림 4 — 수직하중 피로시험 개요도

6.2.5 시험방법

- a) 시험에 앞서 시험체의 성능에 영향을 줄 수 있는 결함에 대한 육안으로 확인한다.
- b) 시험체를 그림 4와 같이 고정 블록에 완전 고정하고 가력장비로 수직하중을 반복 재하한다.
- c) 시험체를 중립축 상태에서 설계 위험단면에 가장 불리한 하중 재하조건이 되도록 재하위치를 선정하고, 시험하중은 설계위험단면에서의 피로응력이 설계시 충격을 포함한 활하중 모멘트에 의해 발생하는 변동응력보다 크게 되도록 하중 진폭을 결정한다.
- d) 시험하중은 최소 31.2 kN, 최대 124.8 kN으로 하중진폭이 93.6 kN이 되도록 하고, 이 경우 시험시 하중의 접촉면적은 577 mm × 231 mm로 차륜하중을 모사하여야 한다.

$$P_{max} = P_{24} \times (1 + i), \Delta P = 0.75P_{max} \tag{2}$$

여기에서,

P_{max} : 최대하중

P_{24} : 표준트럭 후륜하중

ΔP : 하중진폭

i : 충격계수(0.3, 도로교설계기준 신축이음 충격계수)

- e) 하중재하 속도는 1 Hz ~ 5 Hz 이하의 속도로 반복 재하하고 반복횟수는 200만회 이상으로 한다.
- f) 수직하중 피로시험에서 계측은 0회, 100회, 1 000회, 10 000회, 100 000회, 1 000 000회, 2 000 000회에 실시하고,필요에 따라 5 000회, 50 000회, 500 000회, 1 500 000회에 추가적으로 계측할 수 있다.
- g) 수직하중 피로시험 계측시 시험방법은 6.1 수직하중 지지시험 기준을 적용한다.
- h) 피로 반복횟수에 따른 계측시험에서는 강성과 응력 변화, 시험체 손상 여부를 관측하여 기록한다.

6.2.6 시험종료

- a) 피로 반복 재하가 완료되었을 때
- b) 시험체에 손상이 발생하여 시험을 계속 진행하는 것이 안전하지 않다고 판단될 때

7 방수성능시험

7.1 요구조건

a) 방수성능시험을 완료한 후 누수가 발생하지 않아야 한다.

7.2 시험체

- a) 작동성능시험과 강도성능시험을 완료한 동일한 시험체이어야 한다.
- b) 시험체 표면에 있는 물기나 방수시험에 저해가 되는 이물질은 모두 제거한다.
- c) 공급되는 물은 시험 전에 1 h 이상 상온에서 보관한 것으로 사용하여 봉합재 표면에 온도차에 의한 습윤상태를 방지해야 한다.
- d) 그림 5와 같이 상면 50 mm 이상 높이로 거푸집을 설치하며, 시험체와 거푸집 사이는 실리콘 등으로 마감하여 누수가 발생하지 않도록 한다.

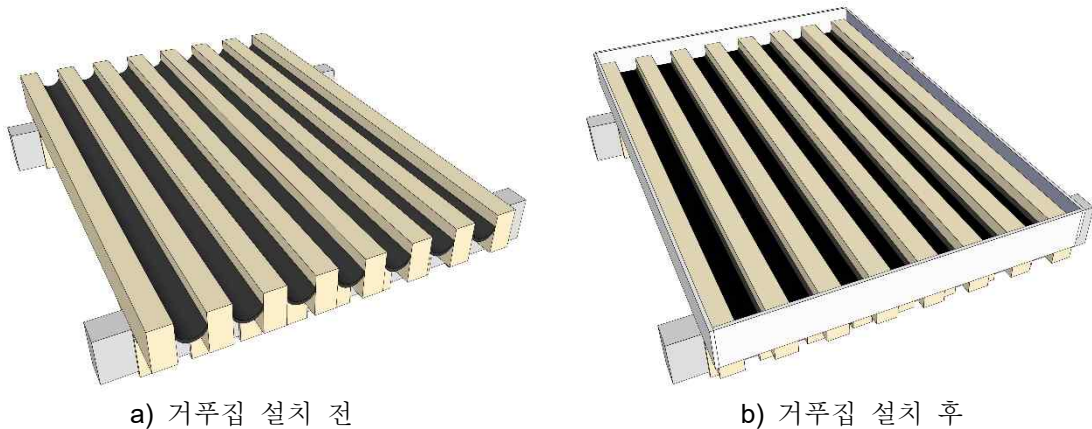


그림 5 — 방수시험 개요도(거푸집 설치방안)

7.3 시험방법

- a) 상면 30 mm 이상 물을 채우고 거푸집과 시험체 사이에서 누수가 있는지 확인한다.
- b) 시험체와 거푸집 사이에 누수가 발생하면 적절한 조치를 취하여 누수가 발생하지 않는지 확인한 후 방수성능시험을 다시 실행한다.
- c) 방수성능시험 시간은 6 h로 하며, 그 사이 누수가 있는지 육안으로 확인한다.

7.4 시험종료

- a) 6 h의 방수성능시험이 완료되었을 때
- b) 방수성능시험 종료 전에 누수가 발생하였을 때

8 보고서

데이터는 표 형태로 보고되어야 하며 다음과 같은 정보를 포함해야 한다.

- a) 시험일자, 온도
- b) 시험체 형식, 제원 및 제조사
- c) 시험조건, 시험자

SPS- F KOCED 0020-7486:2022

- d) 시험체와 시험장비 사진
- e) 가력기와 시험체 설치 형상, 크기 및 제원을 나타낸 도면
- f) 강도성능시험 시 인가된 하중, 변위의 그래프
- g) 파괴 혹은 시험종료까지의 반복하중의 누적횟수
- h) 방수성능시험 시 누수 여부 기록과 사진
- i) 현재 표준에서 고려하지 않은 세부사항과 시험 중 발생된 비정상적인 사고 기록

SPS-F KOCED 0020-7486:2022

해 설

이 해설은 이 표준과 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

1 개요

1.1 제정의 취지

신축이음장치의 성능평가기준은 KS F 4425에 제정되어 있지만 신축이음장치 형식과 상관없이 성능평가 항목을 동일하게 규정하고 있어, 다양한 형식의 신축이음장치 성능평가에 적용하기에는 미흡한 실정이다. 이에 본 단체표준에서는 다양한 신축이음장치 형식 중 하나인 모듈러 신축이음장치의 성능평가 항목을 합리적으로 제시하고, 평가기법을 정립하여 모듈러 신축이음장치의 성능평가 신뢰성을 향상시키고자 한다.

1.2 제정 경위

단체표준 개발을 위한 본 운영원 시험기관협의체를 구성하고, 이해관계인들의 의견을 반영한 모듈러 신축이음장치 성능평가 시험방법(안)을 2020년 3월에 작성하였으며, 이후 여러 차례에 걸쳐 이해관계자들의 의견을 수렴하였고, 2020년 7월~2020년 8월까지 운영원 홈페이지에 제정(안) 예고와 안내를 거쳐 단체표준(안)에 대한 합의를 도출하였다. 그 결과 2020년 12월 단체표준심사위원회에서 심의하여 최종안을 의결하였고, 이를 표준으로 제정하였다.

2 규정항목의 내용과 근거

2.1 적용범위

현재 국내에서 사용되고 있는 모듈러 신축이음장치의 성능평가에 대하여 시험방법을 적용할 수 있다. 또한, 지지식 형태의 신축이음장치의 성능평가에도 이를 준용할 수 있다.

2.2 인용규격과 정의

교량 신축이음장치의 성능을 평가하기 위하여 재료는 KS F 4425에 규정된 재료시험 규격에 준하는 재료의 사용을 권고하였고, 신축이음장치의 성능평가에서는 작동성능시험(교축방향 수축신장시험, 교축직각방향 수축신장시험), 강도성능시험(수직하중 피로시험, 수직하중 지지시험), 방수성능시험을 수행하도록 규정하였다.

2.3 시험 일반조건

성능평가 시험실의 일반사항, 시험체, 시험장치에 대하여 기술하였다.

2.4 작동성능시험

KS F 4425에서 수축신장시험은 100 mm/min 이하의 속도로 하여, 제시된 최대와 최소유간 상태에서 설계신축량의 1/3에 해당하는 신축량만큼의 변위를 갖도록 하여 각 2 500회를 반복하여 변형여부를 판단하도록 하고 있다. 설계신축량의 1/3보다 설계신축량으로 작동성능을 평가하는 것이 더 합리적이란 판단하여 단체표준에서는 중립축 상태에서 설계신축량만큼의 변위를 갖도록 하여 5 000회를 반복하도록 하였다.

모듈러 신축이음장치는 6자유도를 갖는 장치로 각 축에 대한 이동과 회전이 가능한 장치로 교축직각

방향에 대한 이동성능평가도 중요한 변수 중의 하나이다. 현재 교량 설계에서도 각 자유도에 대한 변형을 수용하도록 설계하고 있으므로 각 자유도에 대한 성능을 확인할 필요가 있다. 따라서 단체표준에서는 교축직각방향 작동성능을 평가하기 위하여 교축방향 설계신축량과 반복회수의 10%를 적용하여 성능을 평가하도록 하였다.

2.5 강도성능시험

KS F 4425에서 수직하중 피로시험은 1개의 중간보에 대하여 내구성을 평가하고 있지만, 단체표준에서는 중간보 3개에 대해 내구성을 평가하도록 결정하였다. 이는 Dexter 등(1997)의 연구결과와 교량 설계기준(2018)의 윤하중 분담율을 기초로 하였다. 강도성능시험에서 사용하는 하중 재하판(577 mm × 231 mm)의 크기는 차륜 접지면적에 관한 규정(교량설계기준, 2018)에 의해 결정하였다. 교량설계기준(2018)에서는 차륜의 접지면적을 DB 하중의 각 차륜에 대해 면적이 $\frac{12500}{9}P$ (mm²) 인 하나의 직사각형으로 간주한다. 이 직사각형의 폭과 길이의 비는 2.5 : 1로 규정하고 있으며, P는 차륜의 중량이고 접지압은 접지면에 균일하게 분포하는 것으로 가정한다. 단체표준에서는 교량설계기준에 따라 재하판의 폭(a)과 길이(b)를 다음과 같이 결정하였다.

- 접지면적 (A) = $\frac{12500}{9}P$ (mm²), 차륜중량 (P) = 96 kN
- $A = \frac{12500}{9} \times 96 = 1333.33 \text{ cm}^2$
- 폭(a) : 길이(b) = 2.5 : 1
- $b = \sqrt{\frac{A}{2.5}} = \sqrt{\frac{1333.33}{2.5}} = 23.094 \text{ cm}$
- $a = 2.5 \times b = 2.5 \times 23.094 = 57.74 \text{ cm}$

KS F 4425에서 수직하중 피로시험의 하중은 시험체의 중앙에 최소하중 22.54 kN 에서 최대하중 116.62 kN 까지 반복적으로 3 Hz 이하의 주파수로 2백만회 재하한 후 시료의 이상유무를 조사하도록 되어 있다. 그러나 교량설계기준(2018)에 따르면 모듈러 신축이음장치의 충격계수는 0.3을 적용하고 있으므로 충격을 포함한 모듈러 신축이음장치의 최대설계활하중과 하중진폭을 교량설계기준에 따라 구하면 다음과 같다.

- $P_{max} = P_{24} \times (1 + i) = 96 \times (1 + 0.3) = 124.8 \text{ kN}$
- $\Delta P = 0.75P_{max} = 0.75 \times 124.8 = 93.6 \text{ kN}$

따라서 최대하중은 124.8 kN 이고 하중진폭 93.6 kN에 따라 최소하중은 31.2 kN으로 결정하였다.

2.6 방수성능시험

모듈러 신축이음장치의 방수 성능평가는 일본과 유럽의 방수성능시험법과 KCS 24 40 10:2016을 참조하여 국내여건에 적합하도록 시험방법을 기술하였다.

일본(일본 NEXCO 설계요령)의 경우 별개의 시험체에 대해 24시간 방수성능시험을 수행하고, 유럽(ETAG n° 032 Annex L)의 경우에도 별개의 시험체에 대해 6시간 동안 방수성능시험을 수행하도록 하고 있다.

또한, KSC 24 40에서는 현장방수시험에서 상면 25mm이상으로, 일본 NEXCO 설계요령에서는 상면 100mm 이상으로, ETAG에서는 상면 30mm로 수행하고 있다. 본 표준에서는 상기 기준 분석결과 ETAG기준이 가장 적합하다고 판단하여 상면 30 mm으로 수행하는 것으로 적용하였다.

신축이음장치의 누수문제는 받침과 교량 내구성에 많은 영향을 미치므로 방수성능시험을 강화할 필요가 있다. 이를 위해 강도성능시험을 완료한 후 동일한 시험체로 6시간 동안 방수성능시험을 수행하도록 규정하였다. 향후 국내 제품수준을 고려하여 개정작업 시 일본 기준에 대응할 수 있는 기준으로 강화하는 것이 필요하다.

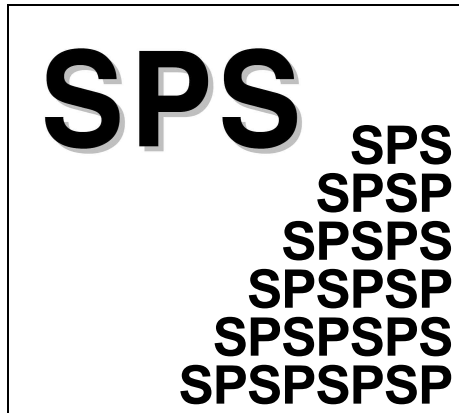
2.7 KS F 4425와 차별성

인용표준인 KS F 4425와의 차별성을 표 해설.1에 기술하였다.

표 해설.1 — KS F 4425와의 차별성

| No. | 항목 | KS F 4425 | SPS-F KOCED 0020-7486 | 비고 |
|-----|----------------|--|--|--|
| 1 | 적용범위 | 교량 신축이음장치 | 모듈러 신축이음장치 | |
| 2 | 교축방향 수축신장 시험 | 설계신축량 1/3 최소유간, 최대유간 각 2 500회 반복 | 중립축 상태에서 설계신축 량으로 5 000회 반복 | 설계신축량의 1/3보다 설계신축량으로 작동 성능평가하는 것이 보 다 합리적임 |
| | 교축직각 방향수축 신장시험 | - | 중립축 상태에서 설계신축 량과 반복회수의 10% 적 용 | 현재 교량 설계에서도 각 자유도에 대한 변 형을 수용하도록 설계 하고 있어 각 자유도 에 대한 성능 확인이 필요함 |
| 3 | 수직하중 피로시험 | 최대하중 116.62 kN, 최소하 중 22.54 kN 하중재하면적 (510 ± 10) mm 하중재하속도 3Hz 미만, 200만회 반복 | 최대하중 124.8 kN, 최소하 중 31.2 kN 하중재하면적 577 mm × 231 mm 하중재하속도 5Hz 미만, 200만회 반복 | - 도로교설계기준 (2015)에 따라 충격계 수 0.3을 적용하여 최 대설계하중과 하중진 폭을 교량설계기준에 따라 구함 - 하중 재하판의 크기 는 차륜 접지면적에 관한 규정(교량설계기 준, 2018)에 의해 결정 함 |
| | 수직하중 지지시험 | - | 수직하중 피로시험 회수에 따라 수행 하중재하속도 20 kN/min 이하 최대하중 124.8 kN 까지 수행 | |
| 4 | 방수성능 시험 | - | 상면 30 mm 이상 물을 채 우고 6 h 이상 수행 | ETAG n° 032 Annex L 인용 |

SPS-F KOCED 0020-7486:2022



**Test method for performance evaluation
of modular expansion joint**

ICS 93.040