

# 교량받침의 성능평가기준 비교연구

## A Comparative Study for Performance Evaluation Guidelines of Bridge Bearings

조 창 빈\*      윤혜진\*\*  
Joh, Changbin      Yoon, Hye Jin

---

### ABSTRACT

This paper reports a comparative study for performance evaluation guidelines for bridge bearings. Guidelines for bridge bearings such as KS, EN1337, AASHTO LRFD, and Japanese code were analyzed. In addition, fatigue tests of elastomeric bearing are being conducted for allowable shear deformation and compressive stress. Based on literature survey and tests, the innovative concept of performance evaluation guidelines for bridge bearings is suggested.

---

#### 1. 서론

이 논문에서는 교량받침의 성능 및 신뢰성 향상을 위하여 국내에 적합한 성능평가기준을 제시하고자 국내의 KS기준을 Eurocode EN1337, AASHTO LRFD, 도로교지승편람과 같은 외국의 성능평가기준과 비교·검토하였다. 이와 함께 KS기준에서 제시하는 탄성받침의 허용전단변형률과 허용압축응력의 타당성을 검증하기 위한 실험을 진행 중이다. 또한 국내의 실정을 고려한 교량받침의 성능평가기준을 제안하기 위한 일환으로 실제 차량 통행 정보를 이용한 이동받침의 누적이동거리에 대한 해석적인 연구를 수행하였다. 이를 바탕으로 성능평가 기준을 통해 국내 교량받침이 객관적인 품질 확보와 기술력을 가질 수 있는 방향을 제시하였다.

#### 2. 성능평가 주제 비교

성능평가를 누가 수행할 것인가 하는 것은 교량받침의 신뢰성과 직접적으로 관련되어 있기 때문에 중요한 문제이다. 국내 교량받침 기준인 KS규정과 일본의 도로교지승편람에서는 재료나 제품에 대한 성능평가를 기본적으로 제조사가 수행하도록 되어 있다. 반면 Eurocode와 AASHTO LRFD에서는 성능평가를 제조사가 수행하나 객관성을 지닌 제 3자가 이를 평가 또는 감독하도록 한다.

교량받침의 성능과 신뢰성을 향상시키고 합리적인 비용으로 교량받침의 품질을 관리하기 위해서는 국내에서도 제조사 뿐만 아니라 객관적인 인증기관을 성능평가 주체로 포함하여야 한다.

#### 3. 탄성받침의 허용전단변형률과 허용압축응력 비교

탄성받침의 설계와 성능은 허용전단변형률과 허용압축응력을 어느 정도로 볼 것인가에 크게 달라

---

\* 정회원, 한국건설기술연구원 선임연구원

\*\* 정회원, 한국건설기술연구원 연구원

진다. 표 1은 탄성받침의 허용전단변형률과 허용압축응력을 비교한 것이다. AASHTO LRFD와 일본 도로교지승편람의 경우에는 자국에서 생산되는 탄성받침의 성능평가에 근거한 값을 규정하고 있다. Eurocode EN1337-3의 경우는 허용전단변형률을 70%로 추천하고 있지만, 성능평가실험을 통해서 검증할 것을 규정하고 있다. KS F 4420에서는 Eurocode EN1337-3과 같이 허용전단변형률을 70%로 규정하였지만 어떤 실험적인 근거도 제시하지 않고 있다.

허용압축응력에 대한 규정의 경우, 도로교지승편람과 AASHTO LRFD는 실험적인 연구를 통해서 탄성받침의 전단강도와 형상계수를 고려한 허용압축응력을 규정하고 있다. Eurocode EN1337-3 또한 특정한 값을 규정하지는 않지만 지지하는 재료의 강도이내라 규정하고 이와 관련하여 실험적으로 검토할 것을 규정하고 있다. 그러나 KS F 4420은 실험적인 근거 없이 다른 규정들에 비해서 상대적으로 큰 15MPa를 허용압축응력으로 규정하고 있다.

결국, KS F 4420은 국내의 탄성받침에 대하여 실험적인 검토과정을 거치지 않고 허용전단변형률과 허용압축응력을 규정하고 있다. 따라서 이 값들을 적용하여 설계한 탄성받침의 공용 중의 신뢰성은 크지 않다고 할 수 있다. 탄성받침의 성능과 신뢰성을 향상시키기 위해서는 전단변형률과 압축응력에 대한 성능평가를 통해서 이들 값을 결정하여야 한다.

표 1. 탄성받침의 허용전단변형률과 허용압축응력에 대한 성능평가규정 비교

|                   | 전단변형률 허용치            | 압축응력 허용치      |
|-------------------|----------------------|---------------|
| 일본도로협회 지승편람       | $\gamma_{sa} = 70\%$ | 8 ~ 12 MPa    |
| AASHTO LRFD       | $\gamma_{sa} = 50\%$ | 7 ~ 12 MPa    |
| Eurocode EN1337-3 | $\gamma_{sa} = 70\%$ | 지지하는 재료의 강도이내 |
| KS F 4420         | $\gamma_{sa} = 70\%$ | 15 MPa        |

#### 4. 탄성받침 피로실험

KS F 4420에서 규정하는 허용전단변형률과 허용압축응력은 국내에서 생산되는 탄성받침을 대상으로 실험적인 검토를 거치지 않은 값이다. 이 논문에서는 국내 탄성받침에 대하여 합리적인 허용전단변형률과 허용압축응력을 결정하기 위하여 전단피로실험과 압축피로실험을 수행중이다(그림 1, 2). 실험체 제원은 표 2와 같으며 고무층의 두께를 변화시켜 형상계수를 달리 하였다. 또한 실험결과의 신뢰도를 높이기 위하여 동일한 형상계수를 갖는 실험체를 3개 씩 제작하였다.



그림 1. 탄성받침 시편



그림 2. 탄성받침 전단피로실험

허용전단변형률과 허용압축응력에 관한 시험에서 1단계는 KS F 4420에서 제안하는 허용전단변형률과 허용압축응력의 타당성을 검증하는 것이다. 따라서 허용전단변형률 시험에 있어서는 전단변형률이 70%인 상태에서 20,000회를 수행 후 1단계 시험의 결과에 따라 2단계 시험에서 전단변형률을 20%

정도 늘리거나 감소시킬 계획이며, 허용압축응력 시험에 있어서는 최대수직압축응력이 15MPa인 상태에서 2,000,000회를 수행한 후 2단계 시험에서 최대압축응력을 20% 정도 늘리거나 감소시킬 계획이다. 허용압축시험에서 응력의 진폭은 5.25MPa(활하중 비율: 35%)로 결정하였다.

표 2. 탄성반침 실험을 위한 실험체 제원

| 명칭  | 나비 (mm) | 길이(mm) | 내부고무층 두께(mm) | 보강관두께 (mm) | 보강관갯수 | 고무커버 두께 (mm) | 총 두께 (mm) | 고무층 높이 (mm) | 형상 계수 |
|-----|---------|--------|--------------|------------|-------|--------------|-----------|-------------|-------|
| S5  | 150     | 200    | 8            | 3          | 5     | 2.5          | 52        | 37          | 5.36  |
| S7  | 150     | 200    | 6            | 3          | 5     | 2.5          | 44        | 29          | 7.14  |
| S10 | 150     | 200    | 4            | 3          | 5     | 2.5          | 36        | 21          | 10.71 |

표 3. 전단피로시험 계획

| 시험체 종류      | 전단변형률 | 수직압축응력 | 재하속도  | 재하횟수   | 시험체 수  |
|-------------|-------|--------|-------|--------|--------|
| S5, S7, S10 | 0.7   | 12MPa  | 0.2Hz | 20,000 | 종류별 3개 |

표 4. 압축피로시험 계획

| 시험체 종류      | 응력 진폭   | 최대 수직압축 응력 | 재하속도                       | 재하횟수      | 시험체 수  |
|-------------|---------|------------|----------------------------|-----------|--------|
| S5, S7, S10 | 5.25MPa | 15MPa      | 탄성반침의 수직강성에 비례 (3Hz - 5Hz) | 2,000,000 | 종류별 3개 |

## 5. PTFE의 마찰계수 비교

활동재료인 PTFE의 성능평가에서 가장 중요한 것은 PTFE의 마찰계수가 교량반침의 사용연한 동안 설계기준에서 요구한 값 이하로 유지되는가를 평가하는 것이다.

AASHTO LRFD와 Eurocode EN1337-2에서는 정도의 차이는 있으나 장기거동을 고려하여 활동재료의 마찰계수를 성능평가 항목으로 규정하고 있다. 반면 KS규정에서는 장기거동과 관련된 성능평가 규정이 없으며, KS F 4424의 재료시험을 통하여 마찰계수를 고려하도록 규정하고 있다.

포트반침이나 탄성반침에 이동반침의 기능을 추가하기 위해서는 PTFE와 같은 활동재료를 필요로 한다. PTFE의 장기적인 성능 확보를 위해서는 재료시험에서 뿐만 아니라 장기 거동이 고려된 마찰시험에 관한 성능평가규정 마련이 필요하다.

## 6. 이동반침의 누적이동거리

이동반침의 누적이동거리 연구결과를 PTFE 마찰계수의 장기거동을 고려해야하는 근거로 사용하기 위해, 이 논문에서는 국내 차량특성을 반영하여 이동반침의 누적이동거리에 대한 해석을 수행하였다. 이동반침의 누적이동거리는 온도에 의한 영향과 차량 하중에 의한 영향으로 나눌 수 있다. 실측 데이터에 의하면 차량하중에 의한 누적이동거리가 온도변화에 의한 누적이동거리보다 큰 것으로 나타났다(Eggert, H. 와 Kauschke W., 2002). 이 논문에서는 그림 3에서와 같은 전형적인 3경간 연속 교량에 대하여 해석을 수행한 결과 차량에 의한 누적이동거리는 교통량, 축중분포, 차간 간격과 같은 통행 차량 특성에 의하여 큰 영향을 받으며(표5), 일년 총누적거리가 1000m에 달하는 것으로 나타났다. 따라서 이동반침에서 활동재료의 성능평가용 시험거리는 이를 고려하여 결정해야 할 것으로 판단된다.

표 5. 가동받침의 누적이동거리

|      | ADT   | ADTT/<br>ADT | 1일(m) |      |      | 1년(m) |      |      | Headway(m) |        |
|------|-------|--------------|-------|------|------|-------|------|------|------------|--------|
|      |       |              | P.1   | P.2  | P.4  | P.1   | P.2  | P.4  | Mean       | Std.   |
| 최대   | 13021 | 17.9%        | 2.93  | 4.46 | 4.64 | 1032  | 1628 | 1692 | 660.2      | 1422.0 |
| 최소   | 10787 | 3.1%         | 1.11  | 1.61 | 1.71 | 404   | 586  | 624  | 67.9       | 155.4  |
| Mean | 10492 | 11.9%        | 1.71  | 2.53 | 2.69 | 622   | 924  | 982  | 299.0      | 648.9  |

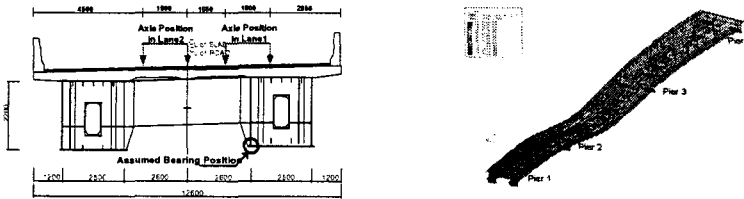


그림 3. 전형적 3경간 연속 교량의 단면 및 해석모델

### 7. 교량받침 성능평가기준의 방향

성능평가기준은 교량받침이 적절한 성능을 발휘할 수 있도록 신뢰성 있게 제시되어야 한다. 즉 교량받침의 성능 목표를 최대 성능에 근접하게 설정하고, 이를 검증하기 위하여 엄격한 성능평가기준을 제시함으로써 교량받침의 설계와 생산기술의 발전을 유도할 수 있다. 이는 단기적으로는 교량받침의 생산과 평가에 필요한 비용 상승을 초래할 수 있으나 장기적으로 보면 교량받침의 설계·제작 기술이 발전하여 교량받침에 대한 신뢰성 향상과 함께 관련 산업의 경쟁력을 확보할 수 있게 한다.

뿐만 아니라 교량받침의 신뢰성을 위해서는 객관적인 인증기관을 성능평가의 주체로 포함시켜야 한다. 인증기관에 의해 품질이 관리된다면 신뢰성 있는 평가가 이루어져 지금과 같이 전수검사에 따른 비용 상승을 방지 할 수 있을 것이다. 국내 교량받침의 기술을 한 단계 상승시키기 위해서는 높은 성능 목표와 엄격한 성능평가기준과 함께 이를 보장할 수 있는 객관적인 인증기관이 요구된다.

### 6. 결론

이 논문에서는 국내외 교량받침의 성능평가 기준을 분석하여 장단점을 파악하였다. 활동재료의 성능평가시험 시 국내 교량과 차량특성을 반영하기 위하여 이동받침의 누적이동거리에 대한 해석을 수행하였으며, KS규정에서 제시하는 탄성받침의 허용전단변형률과 허용압축응력을 검증하기 위하여 실험을 실시하였다. 이를 바탕으로 국내 교량받침의 기술을 한 단계 상승시키기 위해서는 높은 목표성과 엄격한 성능기준과 함께 이를 보장할 수 있는 객관적인 인증기관이 필요하다.

### 참고문헌

1. Eurocode(2002) *Structural bearings (EN1337)*, Brussels: CEN.
2. AASHTO(2004) *AASHTO LRFD bridge design specification (3rd ed.)*, AASHTO.
3. 일본도로협회(2004) 도로교지승편람.
4. 한국산업표준협회(1998) KS F 4420 교량 지지용 탄성 받침.
5. 한국산업표준협회(1998) KS F 4424 교량 지지용 포트 받침.
6. Eggert, H and Kauschke W(2002) *Structural Bearings*, Ernst & Shon.