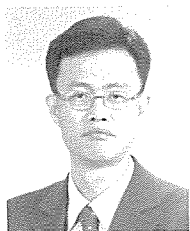


# 내진보강 일체형 탄성받침에 대한 검토



한경대학교 토목공학과 교수  
공학박사 / 토목구조기술사  
김운학 교수

## 1. 서론

교량은 일반적으로 다수의 교각 상단에 배치된 교량받침들이 길이가 긴 종방향의 상부구조를 다지점 형태로 지지하는 구조형태가 된다. 이때 지점부는 고정지점과 가동지점으로 구분되며, 지진발생시에는 상부구조 전체의 큰 관성력이 고정받침을 갖는 교각상단에 집중되게 된다. 이러한 큰 수평지진력은 교량받침에 전단력으로 작용하게 된다. 이와 같은 지진력에 대한 내진성능을 확보하기 위해 최근에 탄성받침이 널리 사용되고 있다. 탄성받침은 현재까지 개발된 받침 형식 중에서 경제성, 내구성 및 내진측면에서 받침의 우수성이 널리 입증된 받침으로 적용 가능한 교량에서는 대부분 탄성받침 형식이 적용되고 있다. 여기서 적용 가능한 교량형식으로는 이동량이 비교적 작은 프리캐스트 거더교(PCBM, IPC거더, 프리플렉스교 등), 콘크리트 슬래브교 등에 주로 적용되고 있으며, 간혹 소규모의 플레이트거더, 강박스 등의 강합성교에서도 적용되고 있다. 탄성받침의 적용범위를 이와 같은 비교적 소규모 교량으로 제한되는 근본

적인 원인으로는 교량의 이동시 탄성받침이 들뜸이나 미끄럼이라는 문제점을 안고 있기 때문이다.

따라서 탄성받침에서 미끄럼 현상의 해결은 저비용 고내진성의 탄성받침 적용에 따른 전체적인 공사비의 절감, 받침자체의 시공성 향상, 후속공정 생략에 따른 공기 단축 및 시공비의 절감으로 이어지며, 무엇보다도 정확한 내진성능의 보장이라는 탄성받침에서는 무엇보다도 중요한 사안이라 할 수 있다. 이와 같은 기존의 탄성받침의 문제점을 개선하고 내진성능을 확보할 수 있는 일체형 탄성받침이 최근에 적용되고 있는 실정이다.

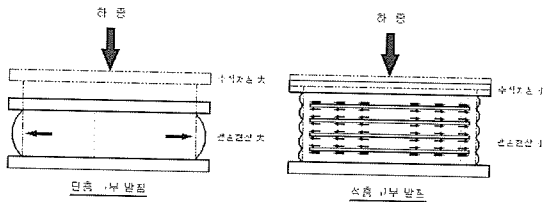
## 2. 기존 탄성받침의 문제점

탄성받침이 기능 및 경제성 측면에서 우수함에도 불구하고 적용 범위가 제한되는 가장 큰 이유는 바로 탄성받침의 각 부재가 분리된 상태로 설치됨에 따라 탄성패드와의 미끄럼 현상이 발생된다는 점이다. 특히 탄성패드의 미끄럼 현상은 이동량이 큰 장대교량일수록 두드러지고, 자중이 비교적 작은 강교 등에서 자주 발생되고 있으

며, 공사 중 사하중이 완전히 재하되기 전에 발생되기도 한다. 바로 이러한 점이 현재 탄성받침의 적용 범위가 소규모 교량으로 국한 되는 가장 큰 이유인 것이다.

### 2.1 탄성받침의 기본개념

탄성받침은 탄성고무내부에 보강철판을 적층시킨 형태로 보강철판은 하중 재하 시 고무의 팽출현상을 억제하는 역할을 하며, 고무의 내하력을 증진시키고 수직하중량을 최소화시키게 된다. 이와 같은 보강철판은 통상적으로 1개 이상이 삽입되며 보강철판사이의 순수 고무층에 의해 교량의 신축을 수용하는 개념의 받침이다.

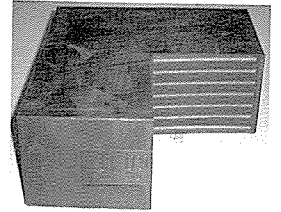


[그림 1]. 순수고무와 적층 탄성받침의 하중지지 개념도

탄성받침은 적층탄성패드와 상하부 플레이트 그리고 상하부 플레이트를 정착시키는 앵커(스터드 또는 앵커소켓)로 구성되며, 타 형식의 받침에 비해 그 구조가 아주 간단하다. 탄성받침의 하중 전달은 효과적이며 전단변형에 의한 이동, 탄성변형에 의한 회전 등 모든 방향의 신축 및 회전이 가능하여 현재 가장 많은 교량에 적용되고 있는 받침 형식이다.

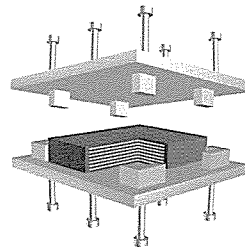
설계에서 적용하고 있는 탄성받침의 수직하중 지지능력은 실제 파괴 값의 1/10 정도로, 일반 강제받침의 안전율이 2~3 정도인 점을 감안할 때 탄성받침은 실질적으로 대단히 큰 안전율을 확보하고 있다. 또한 고무의 층수

를 적절히 조절함으로써 각 교각에 분산되는 수평력을 조절할 수 있는 특징을 갖추고 있으며, 이와 같은 수평력 분산 능력은 특히 지진과 같은 극한 상황에서

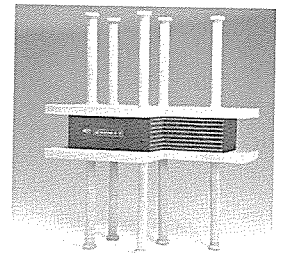


[그림 2]. 탄성받침단면

하부구조에 전달되는 지진력을 효율적으로 분산시킴으로써 교량 전체의 안정성을 더욱 확보할 수 있다. 물론 탄성받침 이외에도 지진 시 수평력 분산 기능을 갖는 받침형식으로는 LRB, HDRB, 댐퍼 등 다양하지만, 이러한 받침들은 탄성받침에 비해 상당히 고가이므로 경제성 및 기능성 측면에서 비교할 때 탄성받침이 아주 합리적인 받침형식이라 할 수 있다.



[그림 3]. 일반탄성받침의 형상 1



[그림 4]. 일반탄성받침의 형상 2

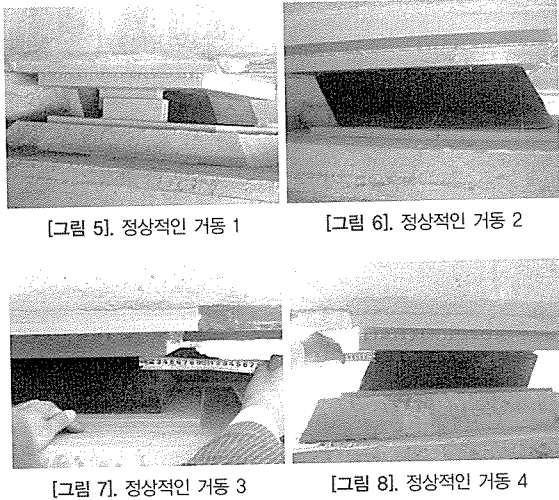
따라서 탄성받침은 중소규모 교량에서 가장 이상적인 내진성능을 발휘할 수 있는 받침형식이며, 특히 과거 내진설계가 적용되지 못한 교량에서 가장 경제적이고 효율적인 내진성능을 확보할 수 있는 장점을 갖추고 있어 실제 진행되고 있는 내진 성능 보강공사에서 가장 많이 적용되고 있다.

그럼에도 불구하고 탄성받침은 사용 중에 발생하는 문제점, 특히 미끄럼 및 들뜸 현상으로 인하여 그 적용이

제한적이며 받침으로서의 기능 및 내진성능에서 치명적인 문제점이 내포되어 있기도 하다.

## 2.2 탄성받침의 정상적인 거동

탄성받침의 기본 전제조건은 미끄럼 발생 없이 고무패드의 전단변형을 통해 교량의 이동량을 수용하여야 한다는 점이다. [그림 5~8]은 교량상부의 이동에 따라 탄성받침의 순수 전단변형이 발생하는 모습으로 극히 정상적인 거동 상태이다.



[그림 5]. 정상적인 거동 1

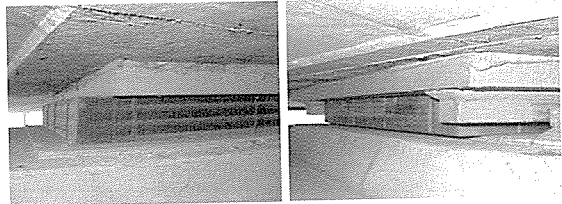
[그림 6]. 정상적인 거동 2

[그림 7]. 정상적인 거동 3

[그림 8]. 정상적인 거동 4

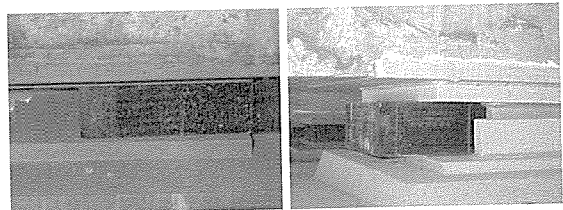
## 2.3 탄성받침의 미끄럼 현상

[그림 9~16]은 일반 탄성받침이 적용된 현장에서 미끄럼으로 인한 이탈 현상을 보이고 있다. [그림 9]는 상부 구조 이동시 탄성받침과 상부 플레이트 사이에 미끄럼이 발생된 경우이며, [그림 10]은 탄성패드와 하부 플레이트 사이에서 미끄럼이 발생된 사례이다. 두 현상 모두 탄성패드의 전단변형이 거의 없는 상태로 상부의 수평 하중이 하부에 전달되지 못하고 있는 상태이다.



[그림 9]. 슬라브교 탄성받침의 이탈 1 [그림 10]. 슬라브교 탄성받침의 이탈 2

[그림 11~12]는 탄성패드가 상하부의 지점부에서 이탈되는 현상으로, 미끄럼 현상이 지속적으로 반복되면서 탄성패드의 지압면적이 줄어들게 되며 이에 따라 상부 구조의 진동이 커지게 되어 탄성패드가 상·하부플레이트에서 완전히 이탈된 모습이 보이고 있다.



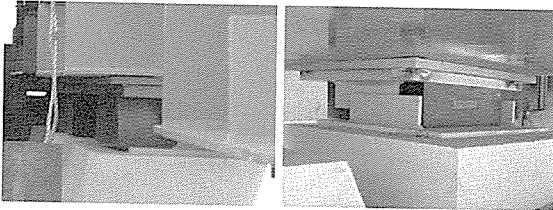
[그림 11]. PSC 빔교의 탄성패드이탈 [그림 12]. PSC 빔교 탄성패드이탈

특히, [그림 12]의 경우 상부구조 하중집중점에서 완전히 이탈된 상태이며, [그림 13] 및 [그림 14]의 경우 교량의 낙교 가능성이 매우 큰 위험한 상태이다.



[그림 13]. PSC 빔교의 탄성패드이탈 [그림 14]. ST. BOX교 탄성패드이탈

[그림 15~16]은 강항성교(강박스)의 탄성패드가 상하부 플레이트에서 이탈되어 베드콘크리트에 걸쳐 있는 상태의 모습이다.



[그림 15]. 강박스교의 탄성받침이탈 [그림 16]. 강박스교의 탄성받침 이탈

이와 같은 현상은 시공완료 또는 시공 중에서도 종종 발생하는 현상이다.

## 2.4 탄성받침 미끄럼으로 인한 문제점

탄성패드 설계개념은 우선 보강철판이 적층된 탄성패드에서 수직하중을 지지하며, 수직하중에 대해서는 일정 지압면적이 확보되어 발생하는 지압응력이 허용지압응력(153kgf/cm<sup>2</sup>) 이하가 되도록 평면치수가 결정된다. 또한 보강철판 사이의 총 고무두께의 합으로 교량의 이동을 수용하도록 되어 있으며, 상시에는 총 고무두께의 70%, 지진 시에는 150%까지 변위를 수용하도록 하고 있다.

특히, 총 고무의 두께는 수직 및 수평강성을 결정짓는 요소로써, 수평강성은 탄성받침의 미끄럼이 없이 순수 고무의 전단변형만이 발생하는 전제조건으로부터 얻어지며 실제 내진해석에 그대로 적용되고 있다. 내진해석에서는 탄성받침이 오로지 전단변형을 통해 하중 전달이 이루어지며, 이에 따라 하중분배기능을 수행한다는 조건으로 실시되고 있다.

따라서 탄성받침에서 발생하는 미끄럼(이탈)현상은 단순히 교량의 수직하중 지지기능 뿐만 아니라 현재 적용하고 있는 내진해석 결과에 치명적인 오류가 발생되게 된다.

탄성받침의 미끄럼 현상으로 야기될 수 있는 문제점을 나열하면 다음과 같다.

- 과도한 지압응력 발생으로 인한 받침의 파손
- 탄성패드 이탈에 따른 교량의 상시 하중지지 기능 상실 및 낙교 가능성
- 지진시 하중 분배기능 상실로 내진 성능 불확실
- 내진해석 결과에 치명적인 오류 발생
- 공사 중 탄성패드의 미끄럼으로 인한 공기지연
- 준공 후 탄성패드 이탈에 따른 책임 및 복원공사 추가비용 발생

## 2.5 탄성받침 미끄럼 현상의 원인

탄성받침의 수평하중 전달 및 이동량 수용의 전제조건은 고무의 전단변형으로 발생하는 수평력보다 상·하부 플레이트와 고무패드와의 접합면에서 수직하중에 의한 마찰력이 더 크게 발생되어야 한다는 점이다. 즉, 접합면(패드와 상·하부 플레이트 접착면)의 마찰력이 고무 전단변형에 의한 수평력보다 작을 경우 미끄럼 현상이 발생하는 것이다.

현재 탄성받침에 적용되고 있는 “KS F 4420”에서는 탄성받침의 미끄럼에 대한 안정성확보를 위해 탄성받침의 최소지압응력( $\sigma_m$ )을 3Mpa(30kgf/cm<sup>2</sup>) 이상으로 정하고 있으며, 다음의 식을 통해 미끄럼에 대한 안정성을 검토하도록 하고 있다.

$$F_{xy,d} \leq \mu_e F_{z,dmin} \text{ 그리고 } \sigma_m \geq 3\text{Mpa}$$

여기서,  $F_{xy,d}$  : 모든 수평력의 합

$F_{z,dmin}$  : 최소수직 설계력

$$\mu_e = 0.1 + \frac{K_f}{\sigma_m}$$

여기서,  $K_f$  : 0.6 - 콘크리트  
0.2 - 수지모르타르 채움을 포함한 그 밖의 모든 표면

$$\sigma_m = \frac{F_{z, dmin}}{A_1} \text{ kgf/cm}^2(\text{Mpa})$$

상기의 식에서 탄성패드는 통상적으로 상하부 강제 플레이트와 접하게 되므로  $K_f$  값은 0.2를 적용한다. 상기 식에서 보는 바와 같이 탄성받침의 미끄럼현상을 방지하기 위해서는 일정 이상의 수직하중이 작용되어야 한다.

탄성받침의 미끄럼현상은 설계상에서 판별하기가 매우 어렵다. 왜냐하면 실제 탄성받침은 각 교각 또는 교대 당 최소 1개 이상의 받침이 설치되며, 설치 시 시공오차로 인하여 각각의 받침에 설계상의 하중이 정확히 재하되지 않기 때문이다. 탄성받침의 경우 통상적으로 수직하중에 의한 처짐이 2~4mm 정도로, 실제 상부구조의 시공오차와 받침의 설치오차를 감안할 때 정밀시공을 하더라도 각 받침에는 설계하중 이상 또는 이하의 하중이 작용할 가능성이 매우 크다.

이와 같은 현상은 각 교각 당 받침수가 많은 프리캐스트 거더교(PC 빔, IPC, 프리플렉스, 슬래브교)에서 더욱 두드러진다. 프리캐스트 거더교의 시공은 시공도중 구조계(structural system)가 바뀌게 되므로 설령 정밀시공을 하더라도 구조계의 변경에 따라 받침의 변위, 특히 수직변위가 달라지게 된다. 수직변위는 각 받침부의 회전을 야기시키며, 이와 같은 회전은 고무패드와 상하부

판 사이에 갭을 유발시켜 결국 받침의 미끄럼 현상의 원인이 된다.

마찬가지로 강합성교의 경우 받침 설치 상태에서 강박스를 선시공하고 슬래브를 타설하는 순서로 강박스를 거치할 때 받침의 레벨이 정확히 맞더라도 슬래브 타설로 인하여 구조계가 바뀌면서 받침의 부의 들뜸에 의해 미끄럼 현상이 발생된다.

강합성교에서 미끄럼 현상은, 슬래브를 포함한 2차 하중이 완전히 재하되기 전 또는 장경간 연속교 형태에서 이동량이 큰 부분에 설치된 탄성받침에서 자주 발생되게 된다. 이는 시공 중에는 사하중이 완전히 재하되지 않아 수직력에 의한 마찰력이 작아 미끄럼 현상이 발생하는 것이며, 또한 강합성교는 비교적 장경간으로서 단부로 갈수록 이동량이 커져 고무에 큰 전단변형을 일으켜 고무의 발생 수평력이 커짐으로 해서 미끄럼 현상이 발생되게 된다.

다음의 표는 탄성받침의 미끄럼 현상 원인을 세부적으로 나열한 것이다.

미끄럼의 구조적 원인		근본적 원인
수직하중에 의한 마찰력의 부족	• 수직하중의 부족	• 받침의 제작 및 설치오차 • 구조물의 시공오차 • 활하중에 의한 진동 • 교량의 지점침하 • 홍수로 인한 부력
	• 접지면의 부족	
교량의 진동	• 교량의 진동	
	• 과도한 교량이동	
	• 시공 후 구조계의 변화	

상기 [표]에서 보는 바와 같이 구조적 원인으로는 수직하중 및 접지면의 부족, 교량의 진동, 과도한 교량 신축, 구조계의 변화 등이 있고, 보다 근본적인 원인으로는 받침의 실제 시공 및 제작오차 그리고 상부구조의 시공오

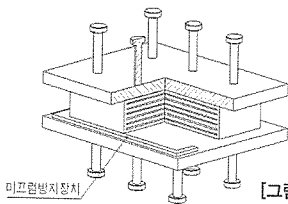
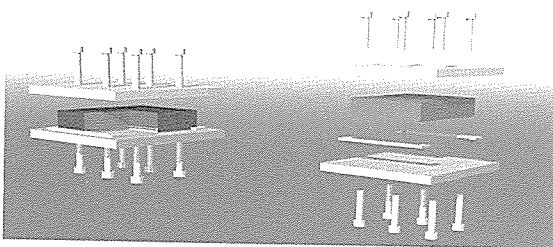
차라 할 수 있으며, 순수 수직하중에 의해 탄성받침의 수직변형량 최대 4mm인 점을 고려할 때 받침부의 들뜸 현상은 거의 필연적으로 발생될 수밖에 없다.

### 3. 기존 탄성받침의 개선방안

현재 적용하고 있는 탄성받침의 미끄럼방지 방법으로 는 크게 미끄럼방지 턱 탄성받침과 일체형 탄성받침으로 구분된다.

#### 3.1 미끄럼방지 턱(스토퍼) 탄성받침

먼저 미끄럼방지의 경우 아래 그림에서 보는 바와 같이 탄성패드의 가장자리와 상하부 플레이트가 접하는 부분에 스트립 또는 “ㄷ”형태의 철판(스토퍼)을 부착하여 탄성패드를 구속시키는 방법이다.



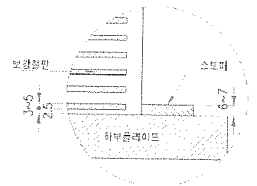
[그림 17]. 미끄럼방지 스톱퍼 개념도

스토퍼는 탄성패드를 상하부 철판에 구속시켜 수평이동 시 탄성패드의 미끄럼을 방지하는 장치로써 탄성패드의 상하 최하단 고무피복 2.5mm와 탄성패드 최하단

에 삽입된 플레이트두께 3~5mm를 감안하여 스톱퍼의 높이는 6~7mm 정도를 적용하여야 한다. 스톱퍼의 높이가 커지게 되면 탄성패드의 순수 고무 높이가 감소하므로 전단변형 시 고무와 스톱퍼가 간섭이 되고 이로 인해 고무가 찢어지는 현상이 발생되기 때문에 스톱퍼의 높이는 7mm미만으로 제한하고 있다.

탄성받침에서는 전단변형 시 발생하는 롤오버(Roll-Over)로 인하여 전단변형에 따른 예각부에서 탄성패드가 말리는 현상이 발생된다. 이와 같은 현상은 탄성받침의 고무가 예각부에서는 인장응력이 발생되어 접지면으로부터 분리되는 현상으로 일반적인 탄성받침에서 발생하는 정상적인 현상이다.

롤오버로 인한 탄성패드의 예각부 분리 높이는 각 상·하부 플레이트에서 대략 10~30mm 정도로 전단 변형량이 클수록 롤오버의 높이는 커지게 된다.



[그림 18]. 탄성받침 적용상세

[그림 19]는 미끄럼방지턱이 설치된 현장에서 발생한 현상으로, 받침의 유지관리를 위해 미끄럼방지턱을 볼트로 조립한 경우이며, 탄성받침의 전단변형시 볼트머리 간섭으로 인하여 탄성패드가 찢어진 상태를 보이고 있다. 또한 [그림 20]은 롤오버 현상으로 인하여 미끄럼방지 턱 위로 탄성패드가 올라탄 현상이다.



[그림 19]. 탄성패드의 찢어짐



[그림 20]. 방지턱 위로 탄성패드 올라탄

따라서 미끄럼방지 스토퍼의 경우 스토퍼 설치로 인한 상하부 플레이트의 평면치수가 커져야 하는 문제점뿐만 아니라, 근본적으로 부반력 및 편심에 대한 저항성이 전혀 없다는 문제 그리고 무엇보다도 일반 탄성받침에 비해 미끄럼 방지 효과가 거의 없으며, 오히려 탄성패드의 손상 및 레벨 차이로 인한 구조적인 큰 문제를 안고 있는 방식이다.

### 3.2 일체형 탄성받침

일체형 탄성받침이라함은 상·하부 플레이트와 탄성패드가 일체화된 탄성받침으로써, 일체화 방법에 따라 볼트식, 철판접착식으로 구분된다.

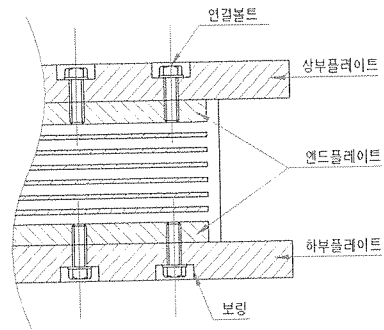
#### 3.2.1 볼트식 일체형 탄성받침

탄성받침의 미끄럼방지를 위한 비교적 효과적인 방법 중 하나로서 상·하부 철판과 탄성패드를 일체화시키는 방법으로 주로 볼트 체결을 통한 방법을 사용하고 있다.

볼트식 일체형 탄성받침의 경우 탄성받침의 수평용량에 따라 볼트의 규격을 조정하여 수평하중에 대해 저항할 수 있도록한 받침이다. [그림 21]과 같이 볼트 일체식의 경우 적용되는 볼트의 규격이 G10.9재질의 최소 M12이상으로, M12의 경우에 엔드플레이트(end plate)의 두께는 나사산의 뽕힘을 예방하기 위해 최소 15mm 이상을 적용하여야 하며, 향후 유지관리와 볼트머리의 돌출을 막기 위해 상하부 플레이트를 카운터보링(counter boring)해야 하므로 상·하부 플레이트 두께가 다소 증가할 수 있다.

볼트 일체식 탄성받침의 경우 전반적으로 받침의 높이가 일반 탄성받침에 비해 30mm이상 증가하고, 볼트의

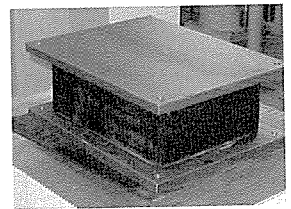
홀 가공, 금형수정 등으로 일반 탄성받침에 비해 다소 비용 상승이 있을 수 있으며, 받침이 높아지는 문제로 인해 유지관리에 다소 어려움이 따를 수 있다.



[그림 21]. 볼트식 일체형 탄성받침 상세

#### 3.2.2 철판접착식 일체형 탄성받침

탄성받침에서 상·하부플레이트와 탄성패드사이 미끄럼 현상이 없으면, 상시 및 지진시 탄성패드의 이탈 없이 수평하중 전달이 가능하므로 받침의 상시 사용성 측면은 물론 지진시 수평하중 분배기능을 완벽히 수행할 수 있는 조건이 된다. 철판접착식 일체형 탄성받침은 이와 같은 조건을 만족시키기 위한 받침으로서 기존의 탄성받침에 비해 내진성능을 충분히 확보할 수 있는 받침이라고 료된다.



[그림 22]. 철판접착식 일체형 탄성받침

철판접착식 일체형 탄성받침은 일반 탄성받침과 마찬가지로 탄성패드와 상·하부 플레이트로 구성되며, 각각의 단품의 제작 방법은 기존 탄성받침과 동일하다. 다만 철판접착식 일체형 탄성받침은 각각 제작된 단품들을 일체화시킨 보강 제품이다.

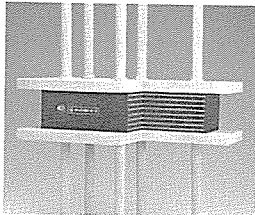
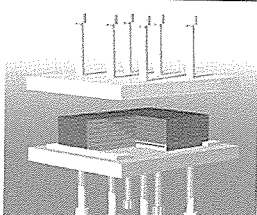
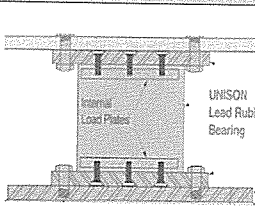
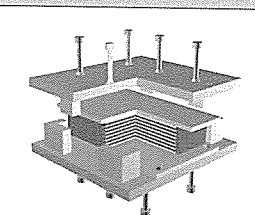
일체화 방식은 상·하부의 철판과 탄성패드 내의 상·하부 엔드플레이트 사이에 특수접착제를 도포하여 상온에서 일정 압력을 가하여 접합시키는 방식으로 별도의 금형 등의 필요 없어 비교적 간단한 접합이 가능하다.

철판접착식 일체형 탄성받침은 탄성패드와 상·하부 플레이트가 완전히 일체화 되어 상시 및 지진시 발생하는 수평하중을 탄성패드의 이탈 없이 전달하므로 받침의 상시 사용성 측면은 물론 지진시 수평하중 분배기능

을 수행할 수 있는 조건을 갖추고 있다고 사료된다. 또한, 받침의 높이증가가 없으며, 일체화의 제조공정이 단순하여 경제성 측면에서도 유리하다고 사료된다.

#### 4. 형식별 받침 비교·분석

앞서 언급한 기존의 탄성받침과 개선된 탄성받침을 비교·분석한 결과 다음과 같다.

구분	일반 탄성받침	미끄럼방지 스토퍼형 탄성받침	볼트식 일체형 탄성받침	철판접착식 일체형 탄성받침
형상	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상, 하부 플레이트와 고무패드 분리</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상, 하부 플레이트에 미끄럼방지 스토퍼 부착</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상, 하부 플레이트와 고무패드가 볼트로 고정</li> </ul>	 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 상, 하부 플레이트와 고무패드를 상온 접합</li> </ul>
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>•패드 유지관리가 용이</li> <li>•가격 저렴</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•상시 미끄럼 방지가능 부가</li> <li>•유지관리 비교적 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•일체식으로 안정성확보</li> <li>•내진성능 확실한 확보</li> <li>•장대교량 확대적용 가능</li> <li>•부반력 제어 가능</li> <li>•체결부 안전을 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•일체식으로 안정성 확보</li> <li>•완벽한 내진성능 확보</li> <li>•중, 장대교량에 확대 적용 가능</li> <li>•일정의 부반력 제어기능</li> <li>•받침높이 일반 탄성받침과 동일</li> <li>•유지관리 용이</li> </ul>
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>•미끄럼 현상발생</li> <li>•교량 형식에 따라 주기적인 점검 및 보수 요함</li> <li>•지진 시 내진 성능 불확실</li> <li>•사용상의 문제점 야기</li> <li>•시공중 작업 및 복원 공정 추가 및 설치비 상승</li> <li>•전체 공기 지연</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•전단 변형 시 고무 손상</li> <li>•완벽한 미끄럼방지 불가</li> <li>•지진 전단변형 시 오히려 일 반탄성에 비해 불리</li> <li>•부반력에 대한 대응불가</li> <li>•레벨 불균일 시 스토퍼 기능 상실</li> <li>•받침 평면 치수 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•제품단가 고가</li> <li>•볼트 탭을 위한 철판 추가로 받침 높이 증가</li> <li>•중량 증가 및 상하부판과 일</li> <li>•체형으로 유지관리 어려움</li> <li>•패드 연결 볼트 유지관리 불가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•시공실적이 적음</li> </ul>



구분	일반 탄성받침	미끄럼방지 스토퍼형 탄성받침	볼트식 일체형 탄성받침	철판접착식 일체형 탄성받침
안정성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미끄럼 발생으로 불안정한 상태</li> <li>• 내진성능 불확실</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완벽한 미끄럼 안정성 불가</li> <li>• 롤오버에 의한 받침기능 상실 가능성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 완벽한 미끄럼 안정성 확보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 들뜸 및 미끄럼의 완벽한 방지로 상시 안정성 및 확실한 내진성능 확보시공</li> </ul>
시공성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분리형으로 시공성양호</li> <li>• 상부구조 거치이후 받침의 미끄럼 현상으로 인한 보수가 수시로 요구됨.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분리형으로 시공성 양호</li> <li>• 상부구조 거치 후 받침에 대한 프리세팅 불가</li> <li>• 전단변형 후 인상시 복원 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분리형으로 시공성 양호</li> <li>• 상부구조 거치 후 받침 추가 공정 불필요.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 분리형으로 시공성 양호</li> <li>• 상부구조 거치 후 받침 추가 공정 불필요</li> </ul>
경제성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품단가는 저렴하나 잦은 작업 및 탄성패드 복원 추가 공정으로 공사비 증가 및 공기 지연 발생</li> <li>• 하자보수 발생 가능성 내포</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반 탄성받침에 비해 제품 가격 다소 증가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 복잡한 제작공정으로 제품가격 고가 증가함.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일반 탄성받침에 비해 제품 가격 다소 증가</li> </ul>

**참고문헌**

1. Clough and Penzien, Dynamics of Structure, McGraw Hill,
2. Chopra, Dynamics of Structures, Prentice Hall, 2001
3. Kelly, Earthquake Resistant Design with Rubber, Springer, 1997.
4. 도로교설계기준, 건설교통부, 2005
5. AASHTO, Guide Specifications for Seismic Isolation Design, 1999.
6. 고속도로전문시방서, 2005
7. 일본도로교시방서, 1999.