

교량 핑거조인트를 영구적으로 유지하는 볼트교체식 조인트 개발



김성길 | 정회원 · 서울특별시청 동부도로교통사업소

1. 개요

교량의 조인트는 핑거식과 레일식으로 크게 분류되며 그 중 소음이 적은 핑거식을 도시지역에서 대부분 시공하고 있다. 중·대형 핑거식 조인트의 경우 핑거판을 분리할 수 있도록 설계하였으나 3~4년 공용후에 볼트 분리가 불가능한 문제점과 소형 핑거식 조인트는 배수판 교체가 불가능한 구조로서 장기 공용이 불가능하여 10년 이내에 전면교체로 인해 많은 시공비용을 지출하고 있어 그에 대한 획기적인 개선책이 필요하다. 따라서 그에 대한 개선책으로 단 한번 설치로 교량 수명까지 사용할 수 있어 볼트교체가 가능하고 언제든지 핑거판을 분리할 수 있는 구조물을 개발하였다.

1.1 교량의 조인트

교량의 조인트는 슬래브와 슬래브 사이 및 교대와 슬래브간을 이어주는 강재로서 슬래브의 종방향 길이에 따라 온도 등의 수축과 팽창이 발생하므로 그에 따라 일정한 간격을 유지하여야 하며 시시각각으로 변화하

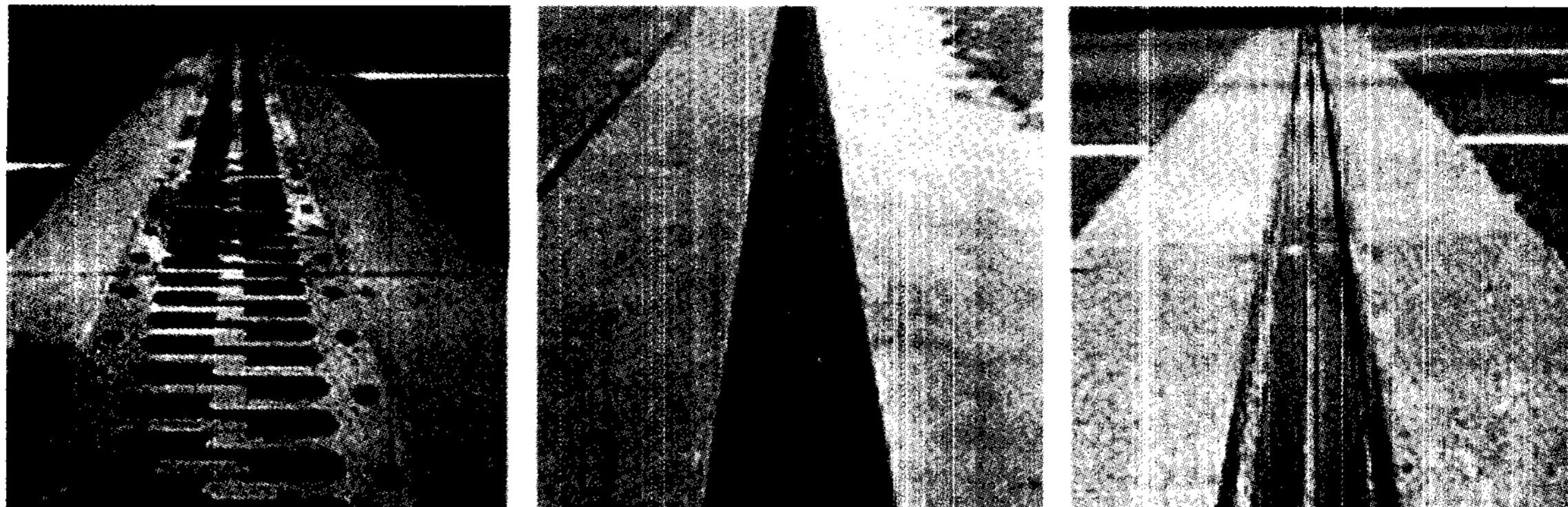
는 온도와 습도 등에 따라 그 간격이 변하는 것을 수용하여야 하며, 특히 공용중인 차량의 하중을 직접적으로 받는 철재 구조물로 소정의 강도를 유지하는 교량 구조물의 하나이다.

조인트는 광의적으로 레일식과 핑거식, 앵글식의 형식으로 대별하고 규모별로 소형, 중형, 대형, 위치별로는 횡방향, 종방향으로 분류하며 아래의 <그림 1>에서와 같이 정의할 수 있다.

기존의 조인트 형식을 살펴보면 대부분 레일식 및 앵글식을 채택하여 사용하였으나 기술수준의 발전과 도시지역의 소음저감, 차량 충격의 완화를 목적으로 핑거식으로 교체되고 있다.

1.2 핑거조인트의 구성요소 및 시공방법

슬래브 단부 조인트부는 크게 슬래브 블록아웃 공간과 조인트, 후타재로 분류되며 조인트는 상부 핑거판, 하부 베이스판, 앵커, 결합장치인 볼트 및 너트, 고무재 배수판으로 분류된다.



〈핑거식-대형〉

〈핑거식-소형〉

〈레일식〉

규모 별	소형 유간 50~80mm 중형 100~160mm 대형 180mm 이상
위치 별	횡 방향 조인트 종 방향 조인트
형식 별	앵글 조인트 레일(Rail) 조인트
종류 별	제작업체별 명명

〈그림 1〉 광의적 조인트 분류

초기시공방법은 슬래브의 철근을 조립한 후 단부를 블록아웃한 상태에서 슬래브 콘크리트를 타설하고 블록아웃한 공간에 모래 또는 약간의 시멘트를 섞은 모래를 채운 다음 아스팔트를 8cm 일괄 포장한 후 조인트 설치공간을 절단 및 절삭, 파쇄 등 통하여 공간을 확보하며 조립된 조인트를 주철근 및 보강철근에 앵커를 통해 용접해 거치한 후 후타재 콘크리트를 타설해 마무리한다.

유지관리시 시공방법은 기존 파손된 핑거식 또는 레일식 조인트를 브렉커, 절단기 등으로 철거한 후 앵커를 통해 기존 철근에 용접해 거치한 후 초속경 콘크리트를 타설하는 방식을 취하고 있으며 전개도 및 단면도는 〈그림 2〉에 나타나 있다.

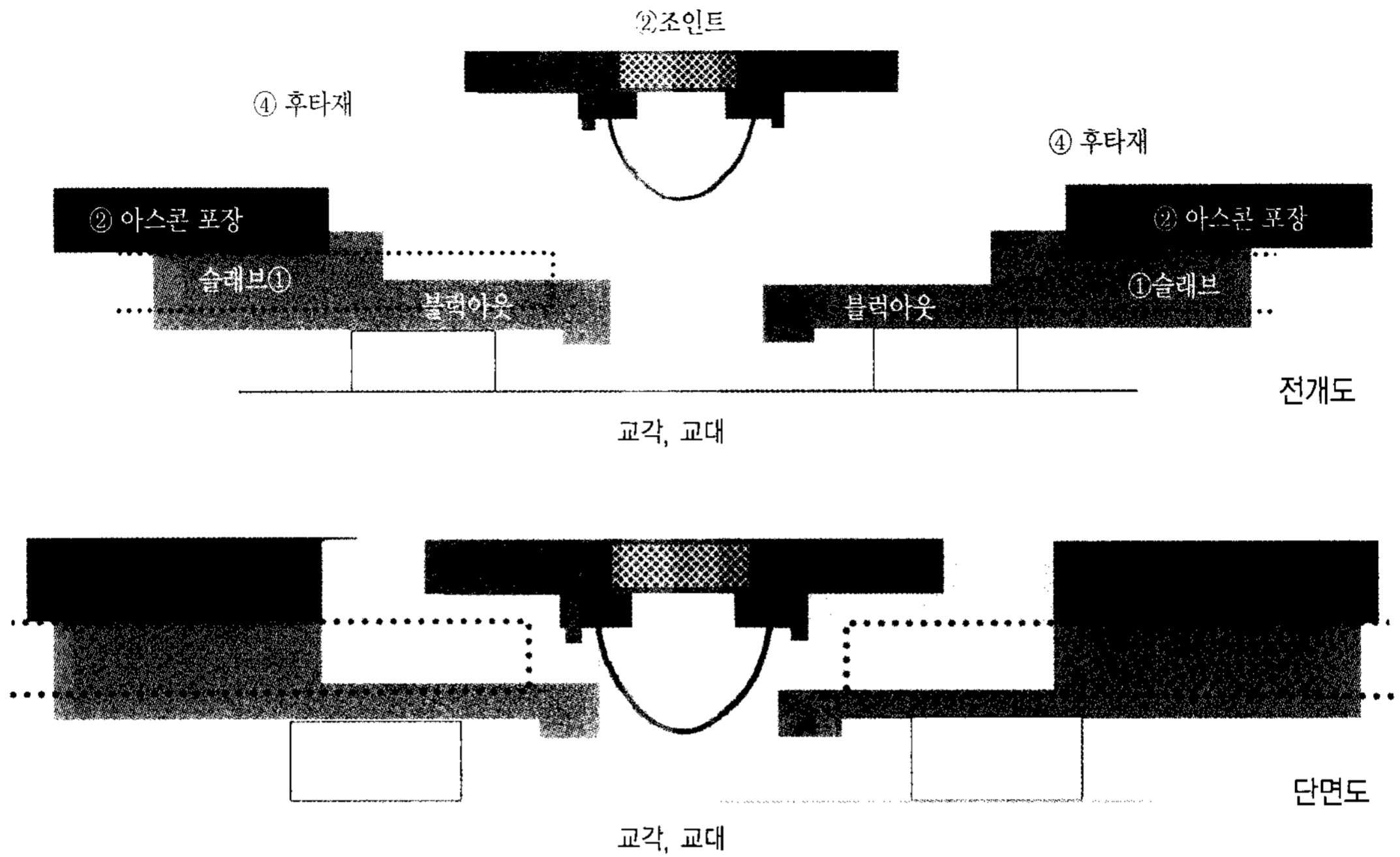
2. 핑거식 조인트의 이용 현황 및 문제점

2.1 핑거식 조인트의 유지관리 및 보수 현황

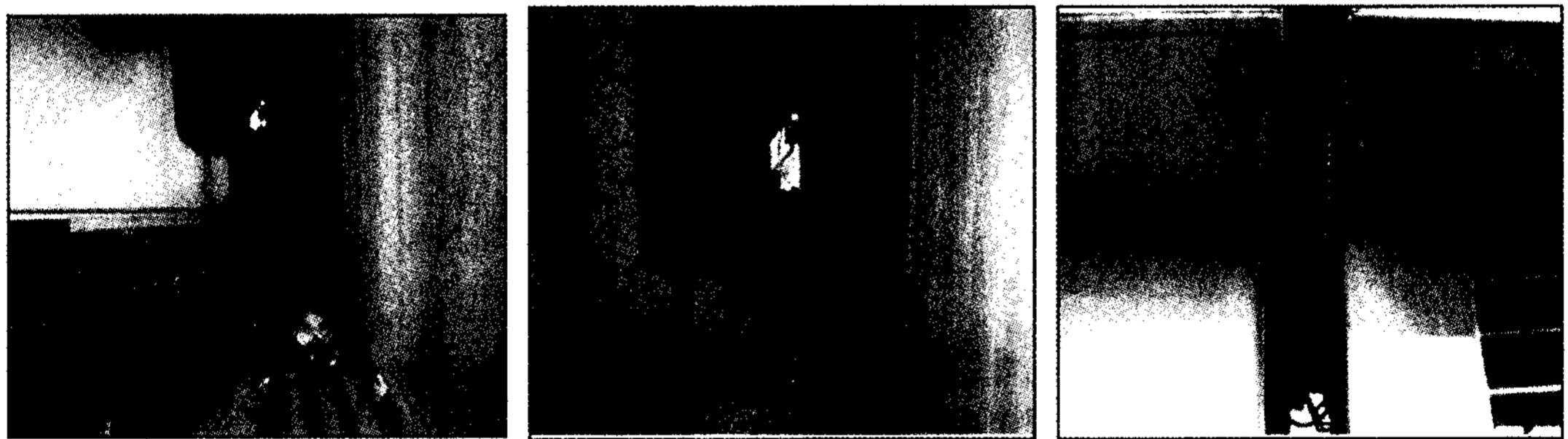
조인트의 교체주기는 8~10년이며 교체사유는 고무재 배수관 파손으로 누수(고무판 부분 보수 불가능), 후타재 콘크리트 균열 및 박리, 파손, 배수관을 교체하기 위해 핑거판 분리 불가능의 원인에 의해 전면교체하고 있으며 그 비용은 m당 2~5백만원이 소요되어 많은 예산을 낭비하고 있다 (그림 3). 그에 따른 유지관리자의 고민이 많으며 도로기술자의 많은 관심대상이 되고 있다.

2.2 기존 핑거조인트의 결합방식

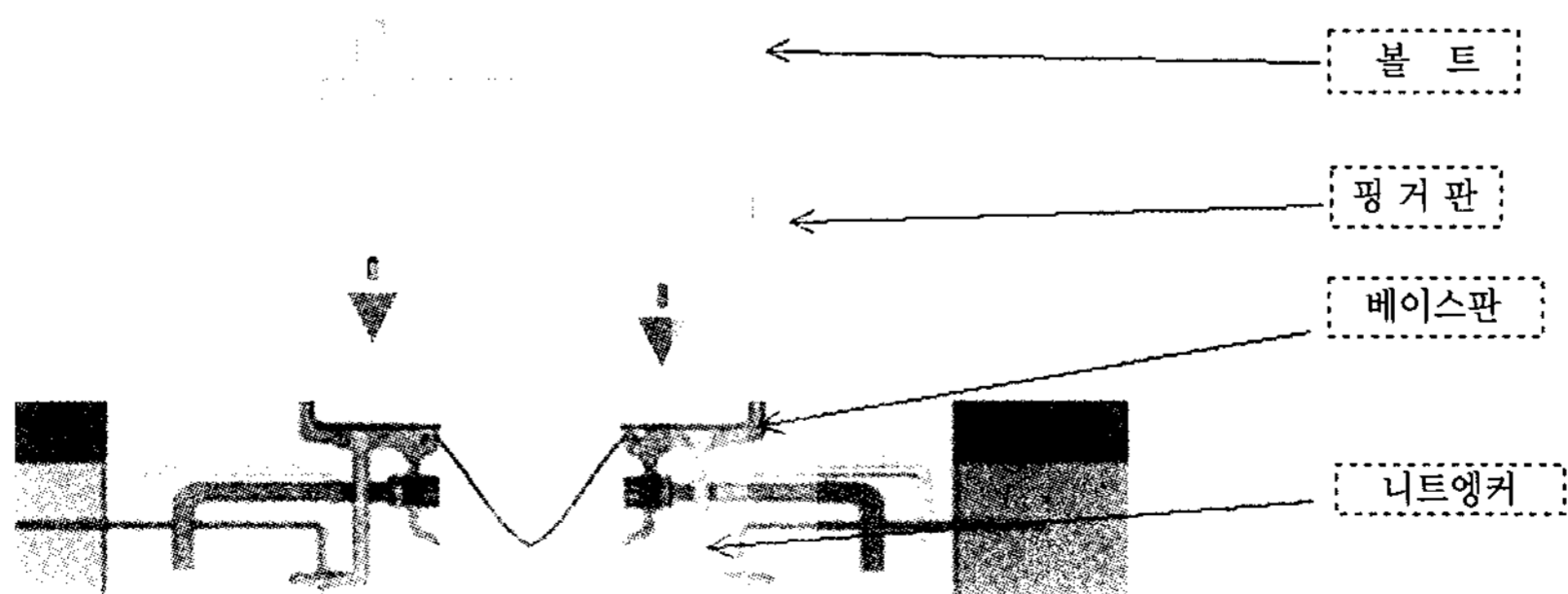
결합방식은 하부 너트 앵커에 볼트를 아래방향으로 돌려 끼우는 방식으로 〈그림 4〉와 같다.



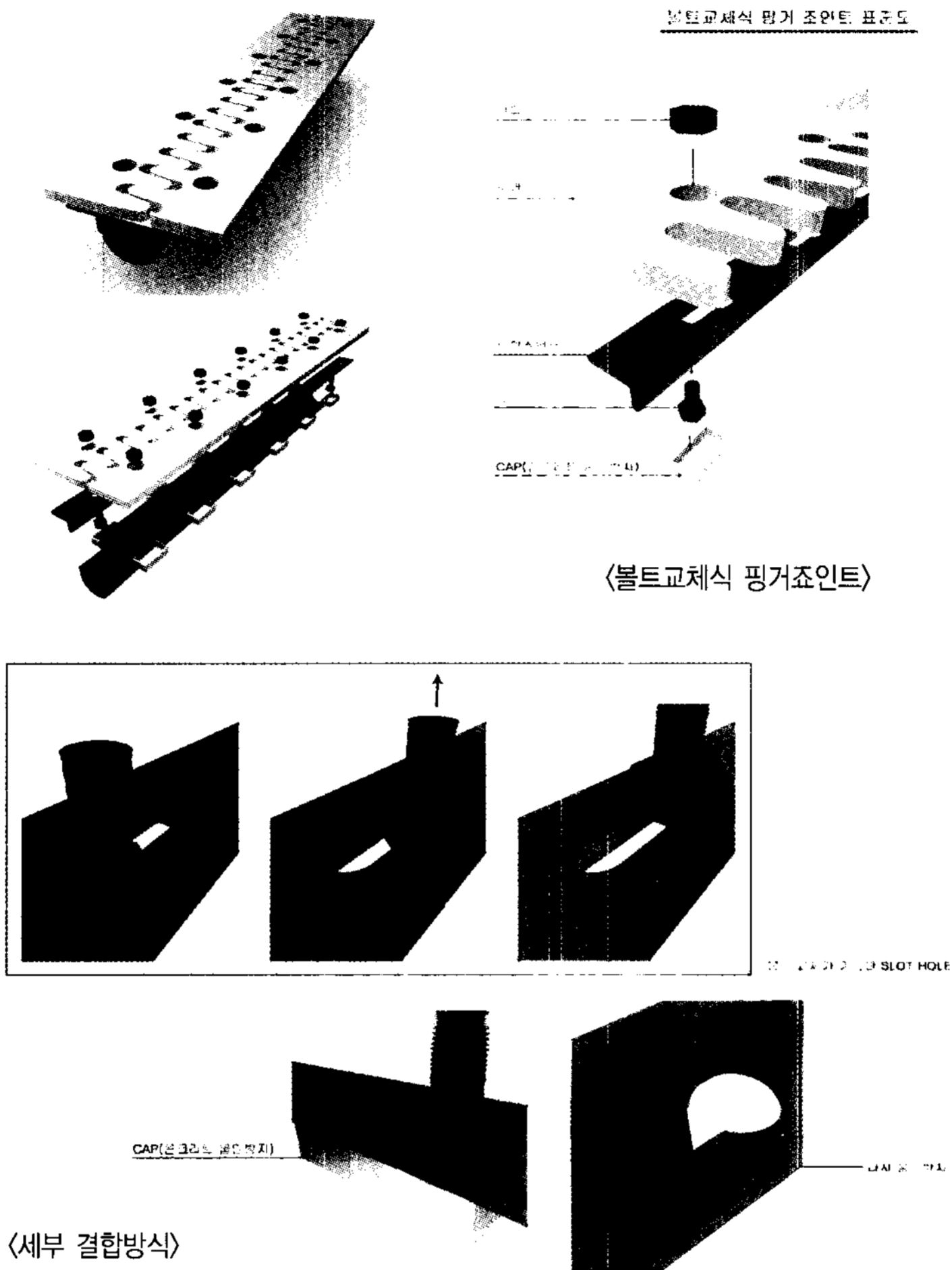
〈그림 2〉 조인트 전개도 및 단면도



〈그림 3〉 핑거식 조인트의 결함



〈그림 4〉 기존 조인트 결합방식



〈볼트교체식 핑거조인트〉

〈세부 결합방식〉

〈그림 5〉 핑거조인트 비교 (현행 vs 볼트 교체식)

2.3 핑거식 조인트의 문제점

강재 사이에 설치된 배수판이 노후, 열화로 인하여 절단 또는 찢어진 경우 보수하여야 하나 핑거판 분리가 불가능하다. 핑거판을 분리하기 위해서는 상부에서 20~30cm 간격으로 체결된 볼트를 풀어야 하나 2~3년 지난후에는 녹발생 및 볼트머리 손상 등으로 인해 풀 수가 없으며 단 한개의 볼트를 풀지 못하는 경우에도 분리가 불가능한 여건이 발생하는 문제점을 안고 있어 현재까지 풀어본 경험이 전혀 없는 시공초기와 별개의 유지관리가 이루어지고 있다.

아울러 새로이 가설된 교량의 경우 신축이음장치 후타재(접속콘크리트) 수명을 30~50년 보장할 수 있으나 파손된 조인트를 보수하기 위해서 어쩔 수 없이 깨는 경우는 기술자로서 마음이 아프며, 보수하는 후타재는 초속경 콘크리트로서 수명이 10년 정도 밖에 안 돼 기술자로 많은 생각을 하게 된다.

또한 부가적으로 교좌장치 녹발생, 교량미관 저해, 교각 및 교대 콘크리트 열화 등 조인트의 누수로 인하여 교량에 악영향을 주고 있어 적극적인 누수방지 대책이 필요하다.

3. 핑거식 조인트의 문제점에 대한 해결방안

3.1 문제점을 해결하고자 하는 과제선정

첫째, 볼트 및 너트의 교체가 불가능 했던 문제를 해결한다.

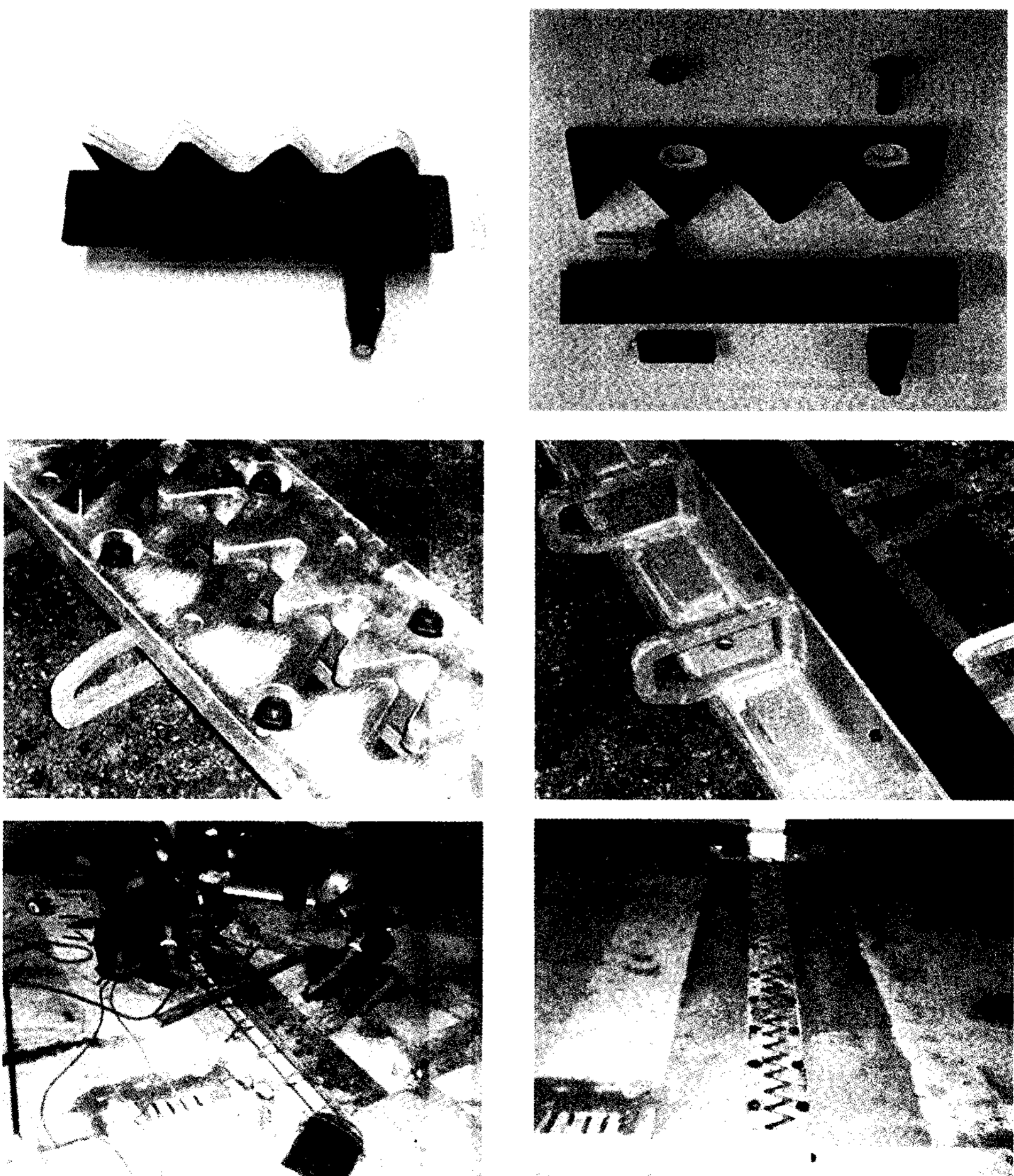
둘째, 교량상부에서 핑거판을 간편하게 분리를 할 수 있어야 한다

셋째, 교체에 따른 작업시간과 비용을 획기적인 절감한다.

3.2 창의적 발상의 볼트교체식 핑거조인트 개발

① 베이스 앵글에 볼트 머리부가 삽입될 수 있는 삼입구 천공

② 볼트 머리부가 상향 걸림으로 이동할 수 있는 가



〈그림 6. 핑거조인트 시공 모습〉

〈표 1〉 볼트 교체식 핑거조인트 시공 경제성 분석

구 분	현 행	개 선	비고
교량 슬래브 수명	50년		
전국 교량수	23,805개소		2006년말 통계
총 조인트 연장(추정)	23,805 × 2개 × 10m ≒ 476,000m		
적용가능 조인트 연장	476,000m × 30% ≒ 142,000 30%		
설치단가(유간100mm)	1,300,000원	1,600,000원	순공사비
보수주기	10년	50년	
설치단가	1,300,000원	1,600,000원	
산 식	50년/10년 × 1,300,000원 × 142,000m =	50년/50년 × 1,600,000원 × 142,000m =	
총 공사비	923,000 백만원	227,200백만원	
절감액	923,000 - 227,200 = 695,800백만원/50년		
년간 절감액	13,916백만원		

이드레일 홈 설치

- ③ 볼트 머리부 회전방지 나사풀림방지편 설치
- ④ 볼트 머리부가 콘크리트와 함침되지 않도록 보호 캡 설치
- ⑤ 핑거판이 교량폭 방향으로 이동을 방지하기 위한 전단키 설치 등을 들 수 있으며 세부사항을 표준도와 투시도로 표현했다.

3.3 시공 순서

- ① 베이스판을 하부앵커를 통해 교량 철근과 결속·용접
- ② 상부 핑거판을 조립한 후 후타재 초속경 콘크리트를 타설
- ③ 양생시켜 차량 통행

3.4 핑거판 분리 및 조립 순서는 다음과 같다.

- ① 여러개의 상부 너트를 푼다. 풀리지 않을 경우 산소로 제거
- ② 핑거판 분리

③ 고무 배수판 보수

- ④ 새로운 볼트 및 너트로 준비
- ⑤ 하부 베이스 앵글의 홈에 여러개의 볼트 삽입
- ⑥ 핑거판 체결
- ⑦ 너트 조임, 마무리

3.5 개발 효과

핑거판을 수시로 분리할 있어 배수판을 간편하게 교체가 가능하고 그로 인해 작업시간과 유지보수 비용이 획기적으로 절감된다.

신설시 효과는 단 한번 설치로 교량수명까지 유지되며 더 이상 조인트를 교체하지 아니하므로 직·간접적으로 부가적인 이익이 크다.

현재, 본 조인트는 50년간 1,000m를 시공할 경우 66억원의 절감효과가 있는 것으로 분석되었으며, 2004년부터 2007년까지 서울시에서 8,900m를 설치하였으나 그에 따른 절감액을 산출하면 122억원의 예산을 절감할 수 있다. (전국적인 통계에 본 예산절감액 : 연간 139억원 - 〈표 1〉)

4. 결론

우리나라는 하천이 많으며 도시지역의 경우 고가로 차량을 통행시키는 고가차도가 많이 차지하고 있으며, 특히 고속도로 등의 신설도로의 경우 산악지형을 통과

하는 경우가 많아 필연적으로 교량이 수반되며 그에 따른 조인트가 대형화되는 추세에 걸맞게 신개념 볼트 교체식 조인트를 범용적으로 적용하게 되면 유지관리 예산을 획기적으로 절감될 것으로 기대된다.

회원 가입 안내

본 학회는 건설교통부장관의 설립허가(1999. 5. 29)를 받은 사단법인 한국도로학회입니다.
본 학회는 다음 사업내용으로 건설한 학회운영을 하고 있습니다. 여러분의 기술적 자질향상을 위해서 널리 회원을 모집하오니, 본 사업취지에 찬동하시는 개인이나 단체는 입회하시어 본 학회의 발전에 협조하여 주시기 바랍니다.

사업내용

- 도로공학에 관한 국내외 기술교류와 공동연구
- 도로공학에 관한 조사연구와 성과의 보급
- 도로공학에 관한 자문, 평가 및 교육
- 도로공학에 관한 시방과 기준의 교육
- 학회지·논문집 및 도서의 간행
- 학술발표회, 세미나의 개최
- 현장견학, 시찰 등의 실시
- 기타 학회의 목적에 필요한 사업

회원의 종류

- 정회원: 도로 및 포장공학과 관련된 학문의 학식 또는 경험이 있는 자
- 학생회원: 도로 및 포장공학과 관련이 있는 학과의 대학, 전문대학에 재학중인 학생
- 특별회원: 본 학회의 목적사업에 찬동하는 단체
- 참여회원: 학회 회장을 역임한 자
- 명예회원: 대의원회에서 추대한 자

회비

- 입회비: 20,000원(정회원예 한함)
- 연회비: ①정회원: 30,000원 / (종신회비 400,000원)
- ②학생회원: 15,000원(대학 및 전문대학생에 한함)
- ③특별회원: 특급: 100만원 이상, 1급: 50만원 이상
- 2급: 30만원 이상, 도서관회원: 10만원

입회신청

회원이 되고자 하는 개인이나 단체는 소정의 입회원서와 입회비 및 연회비를 납부하시기 바라며, 자세한 사항은 학회사무국에 문의하시기 바랍니다.

회비납부(가입회원명으로 입금) 한국씨티은행 : 102-53510-243 (사)한국도로학회

사무국 : 우)121-706 서울시 마포구 공덕동 456 르네상스타워 1410호

전화 : 02-3272-1992~3 전송 : 02-3272-1994 E-mail : ksre1999@hanmail.net http://www.ksre.or.kr

사단법인 한국도로학회