

# 다우얼 바의 저진동 슬래브 궤도 시스템 적용 가능성

## Application possibility of dowel bar in low floating slab system

박성재\* 김용재\*\* 박명균\*\*\* 전종수\*\*\*\* 이두화\*\*\*\*\* 박만호\*\*\*\*\*  
Park, Sungjae Kim, Yongjae Park, Myounggyun Jeon, Jongsu Lee, Duhwa Park, Manho

### ABSTRACT

From the result of preceding study, there is no reinforcement such as dowel bar or etc. in joint system of floating slab. Length of floating slab in preceding study is short than one of this study. If there is no reinforcement in the joint of long slab span, fracture of slab is predicted by difference between two slabs. Therefore using of dowel bar is demanded. In this study, General characteristic and preceding technology of dowel bar is researched for data of analysis study. And it is considered application of dowel bar in floating slab system.

### 국문요약

본 연구의 선행기술조사결과 플로팅궤도 슬래브에는 dowel bar 등의 별도의 슬래브 연결부 보강이 없었다. 본 연구모델에 비해 선행기술조사 대상 슬래브의 연장이 매우 짧으며, 긴 시간의 슬래브에 연결부에 대한 보강이 없다면 단부에서의 단차에 의해 슬래브의 파괴가 예상된다. 따라서 dowel bar 등의 추가적인 보강이 요구된다.

본 연구에서는 dowel bar의 일반적인 특성과 국내외 dowel bar에 대한 선행기술에 대하여 조사함으로써, 추후 수행될 해석연구의 자료를 확보하고자 하여 그 적용가능성을 검토하고자 하였다.

### 1. 서론

최근 콘크리트 구조물에서의 불연속면은 구조적 취약부로서 고정하중, 활하중, 진동하중, 충격하중, 피로 반복하중 등의 불균등한 수직하중에 의해 구조물의 안전성 및 내구성을 저해하는 요인이 되고 있다. 특히 일체식 거동을 중심으로 유도된 현행규준들을 구조물에 적용할 경우 접합부에서 취약하게 되며, 이때 불연속면의 전단내력특성에 의해 전체적 구조 시스템의 성능이 좌우하게 된다. 접합부의 전단강도는 접합부를 가로지르는 보강근의 다우얼 작용(Dowel action)에 크게 영향을 받게 된다. 그러나 아직 국내에서는 콘크리트와 다우얼 바(Dowel bar) 거동에 대하여 정립이 되어 있지 않은 실정이다.

† 책임저자 : 박성재  
E-mail : parksungjae@paran.com  
TEL : (02)3433-3351 FAX : (02)3433-3190  
\* 정회원, (주)삼보기술단, 기술연구소, 팀장  
\*\* 정회원, (주)삼보기술단, 기술연구소, 대리  
\*\*\* 정회원, (주)삼보기술단, 기술연구소, 소장  
\*\*\*\* 정회원, (주)삼보기술단, 구조사업부, 대리  
\*\*\*\*\* 정회원, (주)삼보기술단, 회장  
\*\*\*\*\* 정회원, 한국철도시공공단, KR기술연구소, 과장

기 수행한 선행기술조사결과 대부분의 플로팅레도 슬래브에는 dowel bar 등의 별도의 슬래브 연결부 보강이 없었으며, 1차년도 연구모델에 비해 선행기술조사의 슬래브들의 연장이 매우 짧았다. 1차년도의 연구모델과 같은 긴 지간의 슬래브에 연결부에 대한 보강이 없다면 단부에서의 레일에 의한 단차에 의해 슬래브의 파괴가 예상되며 따라서 dowel bar 등의 추가적인 보강이 요구된다. 따라서 본 연구에서는 dowel bar의 일반적인 특성과 국내의 dowel bar의 적용현황을 고찰하였다. 또한 dowel bar에 대한 선행기술에 대하여 조사함으로써, 추후 수행될 해석연구의 자료를 확보하고자 하였다.

## 2. Dowel bar의 적용 현황

### 2.1 미국

미국의 경우, 식 1을 이용하여 dowel bar의 지름을 결정하는 것을 기준으로 하고 있으나, 기존의 공용성 경험에 근거하여 약 32mm를 주로 이용하고 있다.

$$f_b = \left(4 - \frac{d}{3}\right) f_c \quad (\text{식 1})$$

여기서  $f_b$  = 허용지지응력,  $d$  = dowel bar 직경,  $f_c$  = 콘크리트의 최대압축강도

표 1은 미국 PCA에서 제안하고 있는 dowel bar의 규격을 나타내고 있다. 기타 조건은 국내 조건과 유사한 반면, 슬래브의 두께에 따라 dowel bar의 직경은 다소 변하게 된다. 그러나 기존 설계법에서는 식 1에 포함되지 않은 콘크리트 재료의 물성, dowel bar의 물성 및 간격, 하부층 지지력의 변화에 따른 지지응력의 변화를 적절히 반영하지 못하고 있어 dowel bar 설계에 대한 근거가 미비된 실정이다.

표 1 dowel bar 설치 기준

슬래브의 두께(mm)	dowel bar 직경(mm)	dowel bar 길이(mm)	dowel bar 간격(mm)
150	20	460	300
180~200	25		
230~250	31		
300~360	38		

### 2.2 유럽

프랑스 등 거의 대부분의 유럽국가에서 무거운 차륜하중이 최대로 통과하는 위치에 적절한 하중전달장치를 설치하는 것이 경제적이기 때문에 교통차로와 길 어깨의 dowel bar를 차륜하중이 통과하는 부분에 중점적으로 불균등하게 배치하고 있다. 특히 콘크리트 포장 확장시 트럭차로가 되는 확장구간에는 유럽의 경우처럼 차륜하중이 통과되는 부분에 그림 1과 같이 dowel bar를 중점적으로 배치하는 것이 필요할 것으로 여러 연구자들에 의해 제기되고 있다.

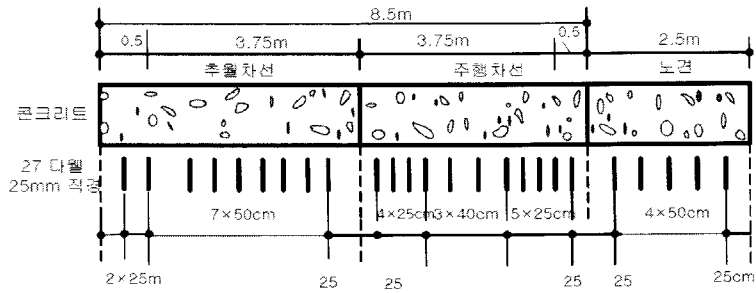


그림 1 비균등 배치된 dowel bar 배치 예(독일)

### 2.3 그 외 국가

표 2는 오스트리아 등 유럽의 15개 국가의 dowel bar의 지름, 길이, 간격, 그리고 개수를 정리하였다. 국내의 dowel bar 지름이 유럽국가보다 큰 이유는 국내 포장 슬래브의 두께가 유럽의 경우보다 두껍기 때문이다.

표 2 dowel bar의 사양

구분	dowel bar		
	지름(mm)	길이(mm)	간격(mm)
한국	32	500	200/300
오스트리아	26	500	-
벨기에	25	600	300
체코	-	-	-
덴마크	25	600	300
핀란드	25	500	270-300
프랑스	20-30	500	300
독일	25	500	250/500
영국	20-25	400	300
이태리	22	600	-
네델란드	25	500	300
노르웨이	25	400	400
포르투갈	25-32	350-500	300
스페인	25	500	300/600
스웨덴	20	600	300
스위스	22	500	500

## 2.4 국내

국내 기분에서는 줄눈 콘크리트 포장에 기본적으로 dowel bar를 설치하되, 지반이 좋은 보조기층 위에 린 콘크리트를 설치하거나, 보조기층을 시멘트 안정 처리를 하여 지지력이 충분히 크게 되는 경우에는 이를 생략할 수 있도록 제안하고 있다. 그러나 dowel bar의 간격이나 크기에 대해서는 구체적인 규정이 없으며, 주로 국외 기준이나 경험에 의존하여 설치하고 있다. 표 3은 콘크리트 포장 설계에 주로 사용되는 설계법에서의 dowel bar의 규격 기준을 나타내고 있는데, 국내에서는 AASHTO와 PCA에서 제안한 dowel bar 설치 기준의 안정치를 사용하고 있는 것을 알 수 있다.

표 3 dowel bar 설치 기준

구분	고속도로 설계기준	도로교설계편람	AASHTO	PCA
강도/규격	SD40	-	Grade 60이상	Grade 60이상
직경(mm)	32	25-32 (슬래브 두께의 1/8)	32	38
길이(cm)	50	50	45	50
간격(cm)	주행차선: 30 추월차선: 45	30	30	50

또한 표 4는 콘크리트 슬래브 폭에 따른 dowel bar 적용 간격을 나타낸 것으로서, 길어거나 하부층의 조건 등을 고려하지 못한 상태에서 슬래브 폭에 대하여 일률적으로 적용되고 있다. 도로포장에 작용하는 하중은 대부분 축하중의 형태로 작용하므로 차선에서의 일정부분만 실제로 하중을 받게 된다. 따라서 하중을 거의 받지 않는 차로 중앙부는 과다설계가 될 수 있으며, 하중을 집중적으로 받는 부분은 과소 설계가 될 수 있다.

표 4 줄눈 콘크리트 포장의 dowel bar 설치 기준

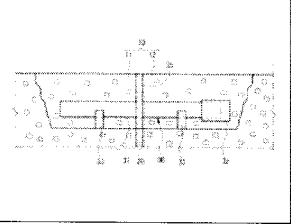
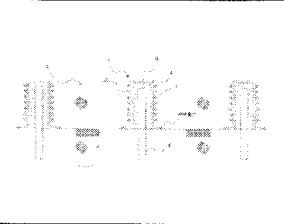
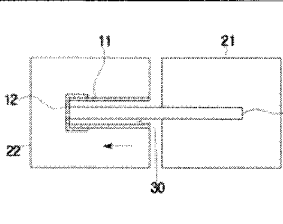
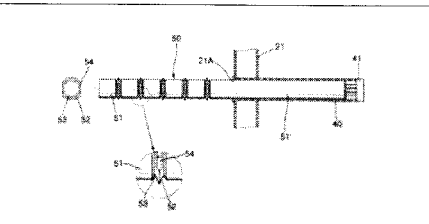
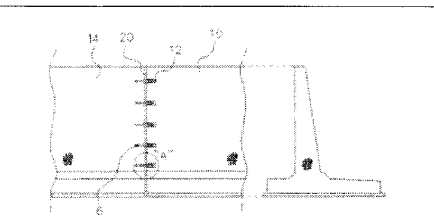
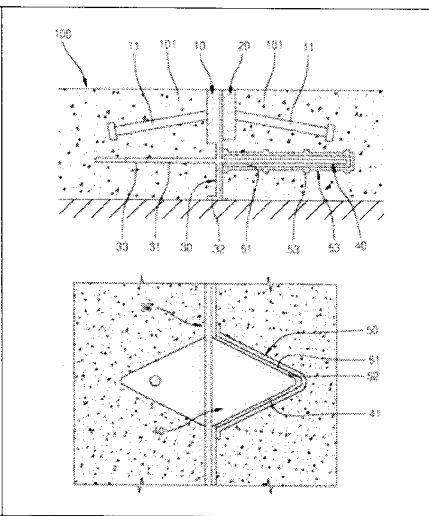
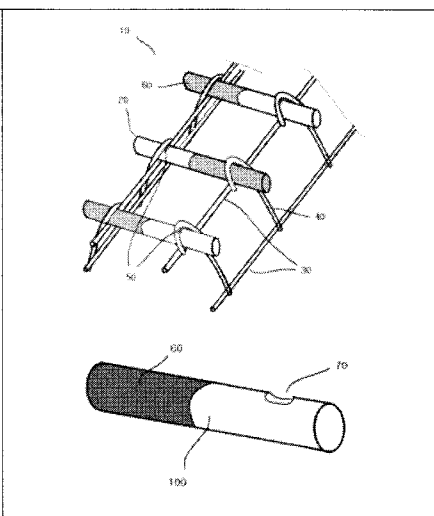
슬래브 폭(m)	dowel bar 간격(cm)
2.75	(10) + 17.5 + 20 + 6 @ 30 + 20 + 17.5 + (10)
3.00	(10) + 15 + 20 + 6 @ 30 + 20 + 15 + (10)
3.25	(10) + 22.5 + 25 + 6 @ 30 + 25 + 22.5 + (10)
3.50	(10) + 20 + 25 + 6 @ 30 + 25 + 20 + (10)
3.75	(10) + 17.5 + 25 + 6 @ 30 + 25 + 17.5 + (10)
4.00(축대포함)	(10) + 15 + 25 + 6 @ 30 + 25 + 15 + (10)
4.25(축대포함)	(10) + 17.5 + 25 + 6 @ 30 + 25 + 17.5 + (10)
4.50(축대포함)	(10) + 20 + 25 + 6 @ 30 + 25 + 20 + (10)m

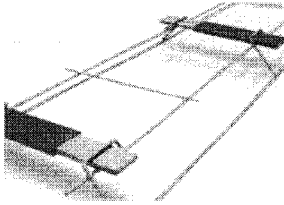
## 3. Dowel bar의 선행 연구 조사

표 5은 콘크리트 슬래브의 연결부에 사용되는 dowel bar에 대한 선행기술조사로 국내특

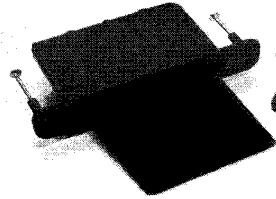
허 결과를 요약해서 보여주고 있다. 표5에서 알 수 있듯이 대부분의 특허는 dowel bar의 정착이음부 형태 및 방법등에 집중되고 있으며 또한 그림 2의 Greenstreak사와 Lesa N.Z.사와 같이 다양한 형태로 개발 및 사용되고 있음을 알 수 있다.

표 5 국내 특허 조사결과

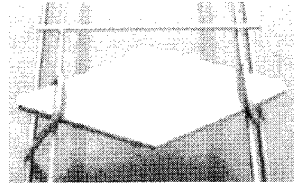
형상			
명칭	콘크리트 구조물용 하중전달장치	교량의 접속 슬래브 다웰바 설치 구조	일체형 다웰바
특허권자	콘텍에스앤씨(주)	(주)대우기술단	주식회사 영신 토건, 조경순
형상			
명칭	콘크리트 슬래브용 신축줄눈제의 다웰바 구조	도로용벽의 신축이음구간에 사용하는 FRP 다웰바 구조	
특허권자	이남승	주식회사 토문엔지니어링	
형상			
명칭	콘크리트 슬래브용 익스펜션 조인트	홈 파인 다웰바	
특허권자	에이버씨상사 주식회사	고영동	



(a) speed plate and basket systems



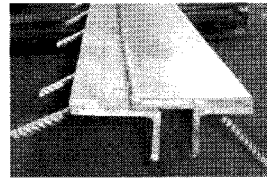
(b) double tapered



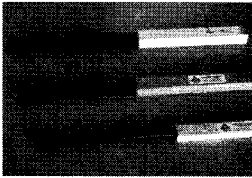
(c) Lesa B joint system



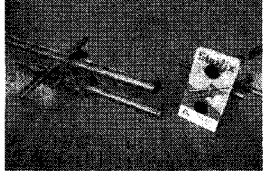
(d) hI-move dowels



(e) Lesa G joint system



(f) square dowels



(g) shear load connectors



(h) fibre dowel

그림. 2 다양한 형태의 dowel bar의 종류

#### 4. 결론

본 연구에서는 차세대 고속철도기술개발 사업의 저진동 궤도 개발 및 특수교량 성능향상 기술 개발 연구중 「슬래브 연결부 설계방안 연구」를 수행하였으며, dowel bar 대한 일반적인 특성과 국내외 dowel bar의 적용현황 그리고 선행기술에 대하여 조사하여 내용을 고찰 하였다. 슬래브 연결부에 사용되어지는 dowel bar의 종류는 다양하며, 기존에 개발되어진 dowel bar의 사용에 대한 실험검증을 통한 적용성 검토가 수행되어져야 한다. 또한 이 경우 dowel bar의 적용은 미국, 독일 및 오스트리아의 경우에서와 같이 하중이 집중되는 부분과 집중되지 않은 구간을 구분하여 적용하는 것이 바람직 한 것으로 판단되며, 적절한 dowel bar의 개수 및 위치에 대한 해석적인 연구가 수행이 필요한 것으로 판단된다.

#### 감사의 글

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07차세대고속철도 A01)에 의해 수행되었으며, 저자들은 이에 깊은 감사를 드립니다.

#### 참고 문헌

1. Esveld, C. (1989), "Modern Railway Track", Head of quality Control and Rail Technology NS Permanent Way Department.
2. Coenraad Esveld "Modern Railway Track" Second Edition.
3. Grag, Vijay K. and Dukkipati, Rao V. (1984), "Dynamic of railway vehicle systems", Academic Press.
4. Esveld, C. (1989), Modern Railway Track , Head of quality Control and Rail Technology NS Permanent Way Department.