

# 델타데크™ 설계 및 시공지침

제1장 일반사항

제2장 사용재료

제3장 설계일반

제4장 복합소재 바닥판 설계

제5장 전단연결재의 설계

제6장 강주형의 설계

제7장 복합소재 바닥판 합성형교의 시공

# 목 차

<b>제1장 일반사항</b>		
1.1 적용범위	1	
1.2 용어의 정의	2	
<b>제2장 사용재료</b>		
2.1 유리섬유 강화 복합소재	3	
2.2 강재	4	
2.3 콘크리트	4	
2.4 채움재	5	
2.5 접착제	6	
2.6 형틀	6	
2.7 간격재	7	
2.8 비합성 연결 고무	8	
<b>제3장 설계일반</b>		
3.1 설계의 원칙	9	
3.2 설계하중	10	
<b>제4장 복합소재 바닥판 설계</b>		
4.1 구조해석	11	
4.2 복합소재 바닥판의 허용응력 설계	13	
4.3 사용성 설계기준	14	
<b>제5장 전단연결재의 설계</b>		
5.1 적용범위	15	
5.2 설계일반	15	
5.3 설계세목	16	
5.4 비합성형교 연결부의 설계	17	
<b>제6장 강주형의 설계</b>		
6.1 적용범위	18	
6.2 설계일반	18	
6.3 상부플랜지의 현장이음	18	
<b>제7장 복합소재 바닥판 합성형교의 시공</b>		
7.1 적용범위	19	
7.2 바닥판의 제작	19	
7.3 바닥판의 시공	20	
7.4 방호울타리의 시공	23	
7.5 신축이음장치의 시공	25	
7.6 구배의 처리	27	
7.7 교면 포장 및 배수처리	28	
7.8 시공성과 분석	29	

## 제1장 일반사항

### 1.1 적용범위

- (1) 이 지침서는 강주형 또는 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 거더 위에 복합소재 바닥판을 설치하고 일체화시킨 교량의 설계 및 시공에 적용한다.
- (2) 이 지침에 규정되지 않은 사항에 대해서는 도로교설계기준(2000, 건설교통부) 혹은 AASHTO에 따른다.
- (3) 특별한 조사연구 또는 실험에 의하여 구조설계를 하는 경우는 (1)항을 적용하지 않을 수 있다. 다만, 그러한 경우에는 그 근거를 명시하여야 하며 공인된 기관의 심의를 거쳐야 한다.

#### [해설]

이 지침은 복합소재 바닥판(델타데크™)을 강주형 또는 프리스트레스트 콘크리트(PSC) 거더와 결합시킨 교량 구조물을 대상으로 한다. 기존의 건설재료에 비하여 유리섬유 복합소재로 만들어진 바닥판은 다음과 같은 장점이 있다.

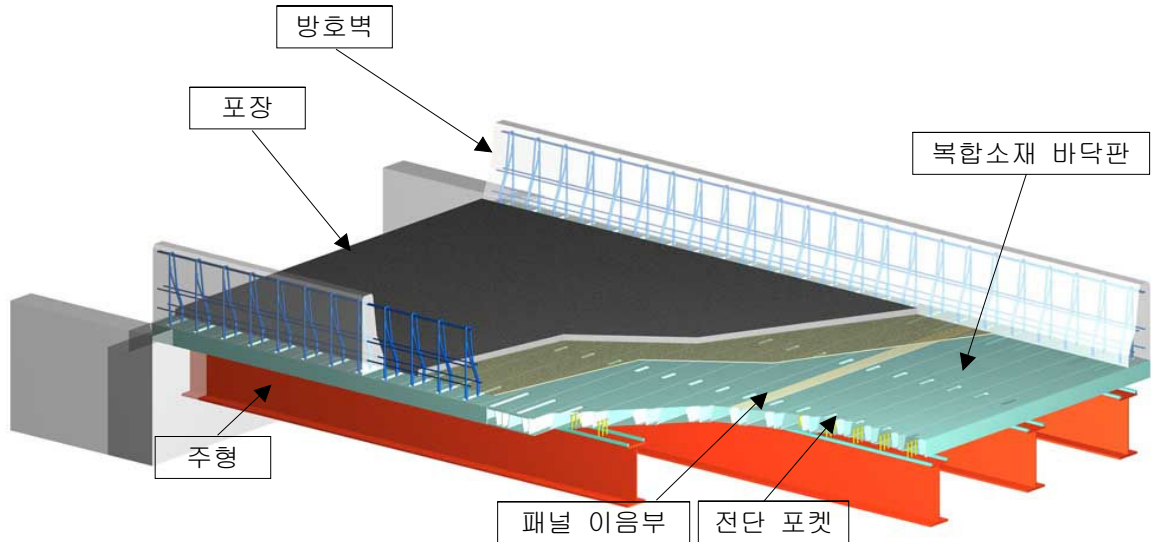
- ① 높은 비강도와 비강성
- ② 고내구성 및 환경친화성
- ③ 경량(자중이 약 90kgf/m<sup>2</sup>으로 콘크리트 바닥판의 1/5 이하)
- ④ 낮은 수명공사비
- ④ 낮은 유지관리비
- ⑤ 적은 장비 및 인력에 의한 신속시공

복합소재 바닥판의 단면형상은 다양한 모델 단면에 대한 각종 해석 및 실제 제작을 통한 실험과정을 거쳐 횡방향 강성이 양호하고 하중의 전달에 유리한 유사삼각형 형상으로 정하였으며 기본적인 구조성능 이외에 피로저항능력 및 현장에서의 시공성 등을 종합적으로 고려하여 최적화된 단면을 선정하였다.

본 지침에서 적용하는 구조형식은 해설 표 1.1.1과 같다.

해설 표 1.1.1 이 지침에서 적용대상으로 하는 구조형식

구분	설계 형식	적용 형식
교량등급	1등급(DB24)	1등급, 2등급
전단연결재 합성작용	비합성, 합성	비합성, 합성
주형 단면형상	병렬 I형	병렬 I형
주형 구조형식	단순교, 연속교	단순교, 연속교
주형간 순간격	2.5~3.0m	1.5~3.0m



해설 그림 1.1.1 복합소재 바닥판 교량의 세부명칭

## 1.2 용어의 정의

- (1) 복합소재(Composites) : 어떤 특성 또는 성질을 얻기 위하여 강화섬유와 수지를 결합하여 만들어진 재료
- (2) 전단포켓 : 바닥판과 강주형을 일체화시키기 위하여 전단연결재와 채움재 및 형틀로 이루어지는 바닥판 내의 셀(cell) 부위
- (3) 합성, 비합성 : 주형과 바닥판이 구조적으로 일체화된 보로서 하중에 대해서 저항하는 경우를 합성, 그렇지 않은 경우를 비합성이라 한다.
- (4) 인발성형(Pultrusion) : 복합재료의 성형방법 중 하나로서 섬유에 수지를 함침시켜 일정한 단면형상의 가열된 금형을 통과하면서 연속적으로 제품이 성형되는 자동화된 제작방법
- (5) 이-글래스(E-glass) : 강화플라스틱용 유리섬유로 가장 많이 쓰이는 종류로 특히 전기저항이 높으므로 절연용 구조물에 적합하다.
- (6) 수지(Resin) : 복합소재에 있어 섬유 사이의 응력전달, 외부환경 및 기계적 마모로부터 섬유의 보호역할 등을 하며 성형시 액상으로 섬유를 함침시켜, 가열 또는 냉각시킴으로써 고체상태가 되어 최종 구조물을 형성하게 된다.
- (7) 로빙(Roving) : 유리섬유에 유기물이 부착되어 기계적인 꼬임이 없이 제조되는 강화섬유의 형태
- (8) 다축직조섬유(Multiaxial stitched fabric) : 직조된 천의 형태로 제조된 유리섬유로  $[0^\circ/90^\circ/45^\circ]$ 와 같은 다양한 방향성을 가지는 일방향 섬유층으로 구성된다.

- (9) 첨가제 : 복합소재의 성질을 개선하기 위하여 수지내 첨가되는 물질로 난연제, 저수축제, 조색제, 자외선 안정제 등이 여기에 속한다.
- (10) 섬유중량비 : 복합소재내 강화섬유의 함유율을 나타내는 것으로 전체 복합소재 무게에 대한 강화섬유 무게의 비(%)로 나타낸다.
- (11) 텍스(Tex) : 유리섬유 로빙의 굵기를 나타내는 것으로 로빙 1km당 질량(gram)으로 나타낸다.

## 제2장 사용재료

### 2.1 유리섬유 강화 복합소재

제작자는 유리섬유 강화 복합소재를 구성하는 모든 재료에 대해 다음에서 지정하는 요구조건을 만족해야 한다.

#### (1) 수지

인발성형튜브의 제작에 사용되는 수지는 다음 조건의 이소 폴리에스터 수지(isophthalic polyester resin) 또는 동등 이상의 기계적 특성을 가진 제품을 사용하며, 경화된 수지의 기계적인 특성은 표 2.1.1의 요구조건을 만족해야 한다.

표 2.1.1 수지의 요구조건

특성	조건	시험방법
인장강도	550kgf/cm <sup>2</sup> 이상	KS M 3305
탄성계수	25,000kgf/cm <sup>2</sup> 이상	KS M 3305
신장율	2.3%	KS M 3305

#### (2) 유리섬유

인발성형튜브의 제작에 사용되는 유리섬유는 로빙 및 다축직조섬유를 사용하며, 사용되는 유리섬유의 기계적인 특성은 표 2.1.2의 조건을 만족해야 한다.

표 2.1.2 유리섬유의 물성치 요구조건

특성	조건	시험방법
인장강도	$3.5 \times 10^4$ kg f/cm <sup>2</sup>	KS L 2513
탄성계수	$7.4 \times 10^5$ kg f/cm <sup>2</sup>	KS L 2513
신장율	3.0%	KS L 2513

(3) 적층판

튜브의 상하부판과 복부판의 기계적인 특성은 표 2.1.3의 조건을 만족해야 한다  
 표 2.1.3 적층판의 물성치 요구조건

특성	상하부판	복부판	시험방법
인장강도	2,000kg f/cm <sup>2</sup> 이상	2,000kg f/cm <sup>2</sup> 이상	KS F 2241
압축강도	2,000kg f/cm <sup>2</sup> 이상	2,000kg f/cm <sup>2</sup> 이상	KS F 2243
탄성계수	$1.7 \times 10^5$ kg f/cm <sup>2</sup> 이상	$1.7 \times 10^5$ kg f/cm <sup>2</sup> 이상	KS F 2241
섬유중량비	50% 이상	50% 이상	KS M ISO 1172
선팽창계수	$5.0 \times 10^{-6}$		KS M 3015

(4) 보강쉬트

보강쉬트의 제작에 사용되는 유리섬유는 2000gf/m<sup>2</sup>의 다축직조섬유를 사용하며, 요구되는 기계적 특성은 (2)에서와 동일하다. 보강쉬트의 섬유중량비는 50% 이상, 두께는 3mm 이상이 되도록 하여야 한다.

2.2 강재

강재는 도로교설계기준 2.3 사용재료 중 2.3.1 강재에 규정된 강재를 사용하는 것을 표준으로 한다.

2.3 콘크리트

복합소재 바닥판 교량에 사용되는 콘크리트는 도로교설계기준, 콘크리트표준시방서의 콘크리트 재료에 대한 규정에 따른다.

## 2.4 채움재

복합소재 바닥판과 주형을 합성하기 위한 전단포켓의 충전에 사용되는 채움재는 14일 설계강도 400kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 무수축모르타르를 사용하여야 하며 시공조건에 적합한 것이어야 한다.

### [해설]

채움재에 요구되는 품질특성은 다음과 같다.

- ① 강도 : 채움재는 7일강도가 34MPa(=340kgf/cm<sup>2</sup>) 이상이고 14일 강도가 최소 40MPa(=400kgf/cm<sup>2</sup>) 이상의 압축강도를 가져야 한다. 바닥판 교체공사와 같이 급속시공을 요하는 경우는 조기 강도가 발현되는 제품을 선택해야 한다.
- ② 무수축성 : 채움재는 경화시의 수축량이 적어야 모재인 복합소재 바닥판과의 양호한 밀착을 유지할 수 있다. 그러하기 위해서 KS F 2433 시험규정에 따른 최대수축율이 0.1% 이내이어야 한다.
- ③ 충전성 : 채움재는 좁은 공간에 밀실하게 충전되어야 하므로 충전시 충분한 유동성을 얻을 수 있어야 한다. 배합에 따른 재료의 균일성을 유지하고 현장에서 용이하게 사용할 수 있기 위해서는 프리믹스 형태가 바람직하다.
- ④ 부착성 : 채움재와 복합소재 바닥판과의 부착성을 확보하기 위하여 충전하기 전에 표면에 살수하는 등의 방법으로 충전되는 채움재의 수량감소를 방지하여야 한다.

이상의 조건을 만족하고 또한 시공성, 내구성이 우수한 품질을 갖는 채움재로 프리믹스타입의 무수축모르타르를 선정하였으며 채움재의 품질이 부적당하면 충전작업이 곤란해지거나 접합부의 강도와 수밀성을 저하시킬 수 있으므로 사용하기 전에 그 품질을 확인하기 위한 시험을 실시하는 것이 바람직하다. 해설 표 2.4.1는 무수축모르타르의 시험항목 및 방법이다.

해설 표 2.4.1 무수축모르타르의 시험항목 및 방법

시험 항목	단 위	시험 방법
팽창, 수축율	%	KS F 2433
압축강도	kg f/cm <sup>2</sup>	KS F 2426
동결융해저항성	%	KS F 2456
휨강도	kg f/cm <sup>2</sup>	KS F 2408
블리딩율	%	KS F 2433

## 2.5 접착제

공장에서 복합소재 바닥판 튜브를 연결하여 바닥판 패널을 생산하는데 사용하는 접착제는 인장 접착강도가 70kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 기계적 특성을 가진 제품을 사용하여야 한다. 현장에서 패널간 조립에 사용하는 접착제는 상기 기준을 만족하면서 현장작업 시간을 고려하여 제작된 제품을 사용하여야 하며 조립 후 연결부 위치에 보강하는 복합소재 슈트도 동일한 접착제를 사용하여 접착한다

### [해설]

접착제에 요구되는 성능은 다음과 같다.

- ① 강도 : 모재 파괴를 유도하기 위한 접착강도의 확보를 위해 KS M 3734의 인장 전단 접착강도 시험에 따라 최소 70kgf/cm<sup>2</sup>의 강도가 요구된다.
- ② 작업성 : 최소 30분 이상의 작업시간을 가질 수 있어야 하고, 제작 및 시공 오차를 보정할 수 있는 양호한 채움 성능이 확보되는 것이 바람직하다.
- ③ 기타 충분한 연성과 내환경성 및 경제성을 가져야 한다.

## 2.6 형틀(Form)

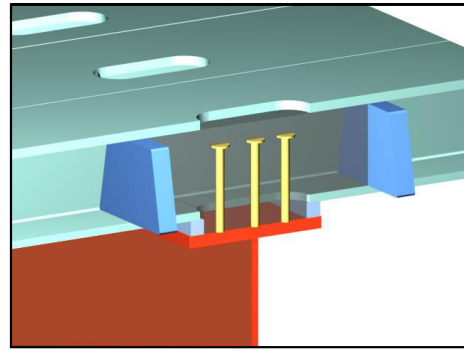
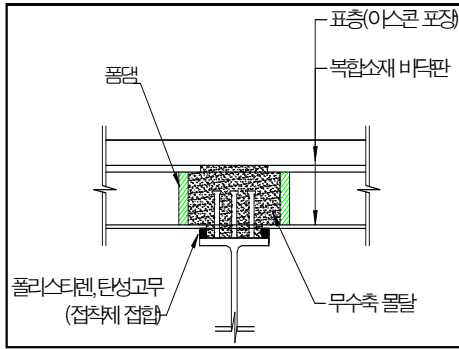
바닥판과 주형 상면 사이의 접합부에 헨치부를 형성하기 위한 형틀을 설치하는 것을 원칙으로 한다.

### [해설]

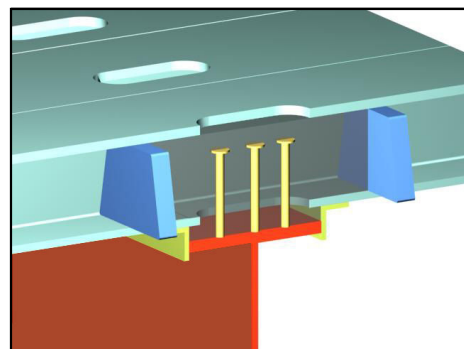
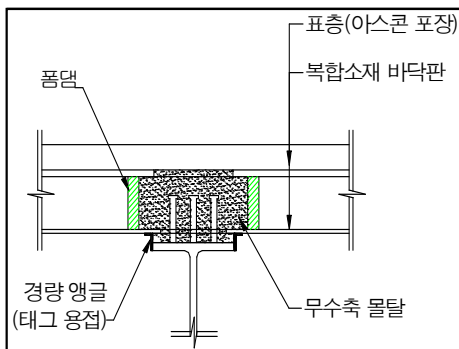
주형 상면 헨치부에 형틀을 설치하는 목적은 다음과 같다.

- ① 전단포켓에 채움재를 충전할 때 채움재가 새지 않도록 한다.
- ② 바닥판의 높이조절 등으로 발생하는 판과 주형간의 공간에 베딩(Bedding)이 형성될 수 있게 하여 수직하중의 균일한 전달이 가능하도록 한다.
- ③ 교량의 횡단구배 및 주형의 솟음(camber)을 형성한다.

이상과 같은 목적으로 사용되는 형틀은 채움재 타설시 필요한 인원, 장비, 재료 및 패널의 중량을 확실하게 지지하고 형상을 완전하게 유지할 수 있도록 설계되어야 한다. 형틀의 재료는 폴리스틸렌, 고무발포재 혹은 엔지니어가 지정한 목재나 강재로 할 수 있다.



폴리스티렌 형틀



경량 앵글 형틀

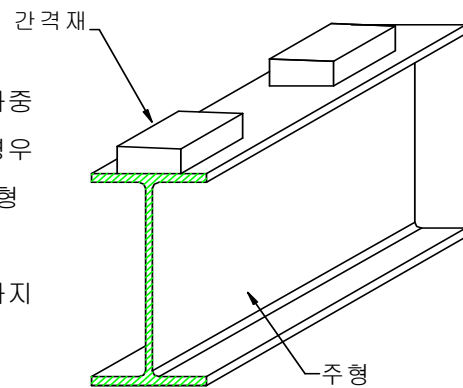
해설 그림 2.6.1 형틀 설치상세 예

## 2.7 간격재(Shim Packs)

바닥판 거치 전 바닥판과 주형간 헐치부의 정확한 간격을 유지하기 위해 주형 상부 플랜지 위면에 소정의 높이를 갖는 간격재를 설치한다.

### [해설]

형틀로 압축성이 높은 재료를 사용할 경우 바닥판 자중 및 활하중에 의한 압축비율이 높을 수 있다. 이런 경우 헐치부에서 소정의 베딩높이를 확보할 수 있도록 주형 윗면에 플라스틱, 목재등의 재질로 제작된 간격재 (Shim Packs)를 설치하며 채움재 타설 후에도 제거하지 않는다.



해설 그림 2.7.1 간격재 설치상세

## 2.8 비합성 연결 고무

복합소재 바닥판과 주형간 비합성 연결을 위해 주형 상부플랜지 윗면에 천연고무(NR)나 합성고무(CR)를 설치한다.

### [해설]

비합성 연결시 천연고무(NR)나 합성고무를 설치하는 목적은 다음과 같다.

- ① 바닥판의 높이조절 등으로 발생되는 판과 주형간의 공간에 베딩(Bedding)이 형성될 수 있게 하여 수직하중의 균일한 전달이 가능하도록 한다.
- ② 교량의 횡단구배 및 주형의 솟음(camber)을 형성한다.
- ③ 강판형교에서는 주형연결부의 스플라이스(Splice)부분에 대한 주형의 형고차로 바닥판에 하중재하시 국부적인 하중 전달이 발생할 수 있으므로 이를 방지하도록 한다.

이상과 같은 목적으로 사용되는 고무로 재생고무나 갈아서 경화한 고무를 사용해서는 안 된다.

### 제3장 설계일반

#### 3.1 설계의 원칙

복합소재 바닥판을 사용한 교량의 설계는 다음과 같이 실시하는 것을 원칙으로 한다.

- (1) 복합소재 바닥판은 제1장 일반사항 1.1 적용범위의 해설 표 1.1.1의 교량에 적용하는 경우 바닥판의 설계 및 검증은 생략할 수 있다.
- (2) 바닥판 및 전단연결재를 제외한 기타 교량부재의 경우는 일반적인 설계규정을 따른다.

#### [해설]

해설 표 1.1.1의 설계조건하에서 복합소재 바닥판의 구조해석을 실시한 결과는 해설 표 3.1.1과 같다.

해설 표 3.1.1 복합소재 바닥판의 구조해석 결과

해석 항목	해석치	안전율
파괴지수	0.096	10.42
바닥판 처짐(mm)	2.32	2.53
좌굴지수	14.22	10.67

파괴지수를 구하기 위해 Tsai-Wu criteria에 의한 파괴해석을 수행하였으며, 파괴지수(F.I.)를 계산하는 식은 다음과 같다.

$$F.I. = (F_1\sigma_1 + F_2\sigma_2) + (F_{11}\sigma_1^2 + F_{22}\sigma_2^2 + 2F_{12}\sigma_1\sigma_2 + F_{66}\tau_{12}^2)$$

$$F_1 = \frac{1}{X_1^T} - \frac{1}{X_1^C}, \quad F_2 = \frac{1}{X_2^T} - \frac{1}{X_2^C}, \quad F_{11} = \frac{1}{X_1^T X_1^C}, \quad F_{22} = \frac{1}{X_2^T X_2^C},$$

$$F_{66} = \frac{1}{S_{12}^2}, \quad F_{12} = -\frac{1}{2} \sqrt{\frac{1}{X_1^T} \frac{1}{X_1^C} \frac{1}{X_2^T} \frac{1}{X_2^C}}$$

여기서,

$X_1^T$  : X축 방향의 인장강도,       $X_1^C$  : X축 방향의 압축강도

$X_2^T$  : Y축 방향의 인장강도,       $X_2^C$  : Y축 방향의 압축강도

$S_{12}$  : X-Y면에서의 전단강도

파괴지수가 1 이상이면 파괴가 발생한다는 개념이므로 파괴에 대한 안전율은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$F.S. = 1/\text{파괴지수}$$

주형간의 바닥판 처짐에 대한 규정은 국내 시방서에 없으므로 미국 AASHTO LRFD 규정을 참고하여  $l/425$  ( $l$ =주형 중심간 거리)로 정하기로 한다.

좌굴지수는 고유치 좌굴해석을 통한 임계좌굴하중으로부터 구한다. 만약 구조물에 가해진 하중이  $P_{\text{applied}}$ 라면 수치해석적으로 임계좌굴하중은  $P_{\text{cr}} = P_{\text{applied}} \times \lambda_i$  ( $\lambda_i$  = Eigenvalue)가 되며, 좌굴에 대한 안전율은 다음처럼 나타낼 수 있다.

$$F.S. = P_{\text{cr}}/P_{\text{applied}} = \text{Eigenvalue}$$

여기서 최종안전율은 제작상의 오차나 기타 결함 변수(Knock-down factor)들을 고려하여 고유치 해석값의 75%를 적용하였다.

### 3.2 설계하중

하중은 도로교설계기준 제2장에 의한 것으로 한다. 단, 설계기준의 주하중에서 유리섬유 복합소재의 특성상 바닥판의 크리프 및 건조수축은 고려하지 않는다.

#### [해설]

유리섬유 복합소재의 구성재료인 유리섬유(E-glass) 및 불포화 폴리에스터 수지(Unsaturated polyester resin)에 대한 크리프 연구결과에 의하면 극한강도의 50% 변형을 하에서도 재료의 장기 거동에는 아무런 문제가 없었다. 유리섬유 복합소재 구조물은 주로 강성이 지배적인 설계를 하기 때문에 설계하중 하에서는 상기의 변형률에 다다를 수 없으며 그러므로 복합소재 바닥판의 해석과 관련하여 크리프를 설계하중에 고려할 필요가 없다.

## 제4장 복합소재 바닥판 설계

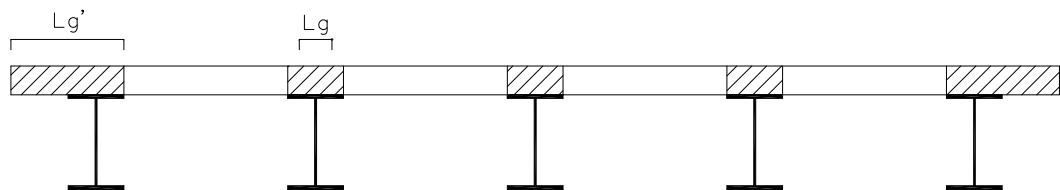
### 4.1 구조해석

#### 4.1.1 설계상수

- (1) 복합소재 바닥판의 고정하중은 합성부 및 방호벽 연결부의 채움재를 포함하지 아니한 중공 바닥판에 대해  $90\text{kgf/m}^2$ 을 사용한다.
- (2) 교량 설계시 복합소재 바닥판의 고정하중은 (1)항의 중공 바닥판 자중을 고려함과 동시에 합성부 및 방호벽 연결부의 채움재 자중을 고려하여야 하며, 내측 거더의 채움재는 바닥판 내부에 충전된 채움재의 타설길이에 따른 자중을 거더 상부에 작용하는 것으로 하고, 방호벽이 설치된 외측거더의 채움재는 타설길이에 따른 채움재의 자중이 채움길이의 중앙에 작용하는 것으로 한다.
- (3) 복합소재 바닥판의 선팽창계수는  $5 \times 10^{-6}$ 으로 한다.
- (4) 강판형교의 합성구조인 경우 복합소재 바닥판에 대한 강재의 탄성계수비  $n(=E_s/E_f)$ 는 14로 한다.

#### [해설]

(1) 복합소재 바닥판 내부에 충전되는 합성부 및 방호벽 연결부의 채움재 자중은 다음 해설 표 4.1.1의 타설길이에 따른 채움재 자중을 사용한다. 여기에서 타설길이는 해설 그림 4.1.1에서 보여주는 바와 같이 내측거더와 방호벽이 설치되지 않는 외측거더의 경우 거더의 상부 플랜지 폭을 타설길이( $L_g$ )로 볼 수 있으며, 방호벽이 설치되는 외측거더의 경우 거더의 상부 플랜지 폭을 포함한 캔틸레버 지간을 타설길이( $L_g'$ )로 한다. [강판형교와 PSC BEAM교에 적용한다]



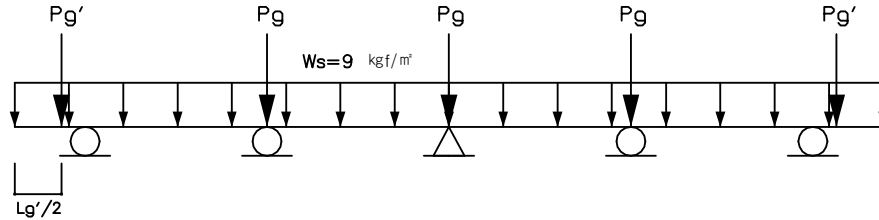
해설 그림 4.1.1 바닥판 채움재의 타설길이

해설 표 4.1.1 채움재 타설길이( $L_g, L_g'$ )에 따른 자중( $P_g, P_g'$ ) 산정

타설길이(mm)	300	400	500	600	700
채움재 자중(kgf)	48	64	80	96	112
타설길이(mm)	800	900	1,000	1,100	1,200
채움재 자중(kgf)	128	144	160	176	192

(2) 교량 설계시 바닥판 고정하중은 해설 그림 4.1.2에서 보여주는 바와 같이 중공 바닥판의

등분포 자중( $W_s$ )과 채움재의 타설길이에 따른 채움재의 자중( $P_g, P_g'$ )을 내측거더와 방호벽이 설치되지 않는 외측거더의 경우 거더 위치의 집중하중으로 고려하고, 방호벽이 설치된 외측거더에 대해서는 바닥판 외측단부에서 타설길이/2가 떨어진 위치의 집중하중으로 고려한다.



해설 그림 4.1.2 교량 설계시 바닥판 고정하중의 적용 예

#### 4.1.2 주형의 윗하중 분포

주형 설계시 윗하중의 분포식은 도로교설계기준 제3장 3.7.2의 규정을 따른다.

##### [해설]

주형설계시 윗하중에 의해 발생하는 휨모멘트의 크기는 격자구조해석 또는 유한요소해석 등 구조해석에 적합한 정밀해석을 통하여 산정할 수 있다. 정밀한 해석을 거치지 않고 간략식에 의해 주형을 설계하는 경우 도로교설계기준의 규정을 이용할 수 있다.

윗하중의 분포는 교량의 형식뿐만 아니라 바닥판 두께와 주형간격 등의 단면치수에도 좌우되며 AASHTO LRFD에 의하면 콘크리트 바닥판을 가진 주형의 모멘트 분포식은 다음과 같이 규정되어 있다.

$$1차선 경우 : 0.06 + \left(\frac{S}{14}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{12.0 L t_s^3}\right)^{0.1}$$

$$2차선 이상 : 0.075 + \left(\frac{S}{9.5}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{12.0 L t_s^3}\right)^{0.1}$$

여기서,  $S$  = 주형간격(ft),  $L$  = 주형길이(ft)

$K_g$  = 종방향 강성계수(in<sup>4</sup>),  $t_s$  = 바닥판의 높이(in)

윗식의 마지막 항인  $\left(\frac{K_g}{12.0 L t_s^3}\right)^{0.1}$ 는 횡방향강성에 대한 종방향강성의 비로 콘크리트 바닥판의 경우 복합소재 바닥판보다 강성이 크므로 위의 값도 크게 된다. 그러나 0.1승의 값이 상대적으로 기여도가 적으므로 AASHTO는 위항의 값을 1로 간주하고 윗하중 분포계수를 정하였다.

다. 결론적으로 복합소재 바닥판을 가진 교량의 경우에도 콘크리트 바닥판 교량과 동일한 설계식을 사용하여도 무방하다고 판단된다.

### 4.1.3 바닥판의 유효폭

합성작용에 유효한 복합소재 바닥판의 유효폭은 도로교설계기준 제3장 강교편 3.9.2.4의 규정에 따르기로 한다. 단 폭  $\lambda$  및  $b$ 는 그림 4.1.1에 나타낸 바와 같이 측정한 거리로 한다.

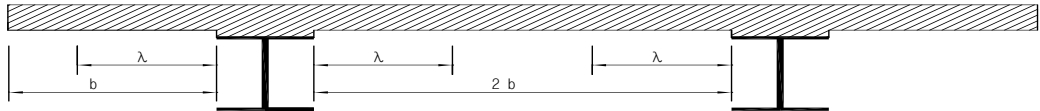


그림 4.1.1  $\lambda$ 와  $b$ 를 취하는 방법

## 4.2 복합소재 바닥판의 허용응력 설계

### 4.2.1 허용응력

- (1) 복합소재 바닥판의 설계는 허용응력 설계법을 사용하며, 부재강도에 대한 안전율은 인장에 대해 2.5, 압축에 대해 3.0을 적용한다.
- (2) 도로교 설계기준에 따른 허용응력 설계에서 고려되어지는 허용응력 증가계수는 고려하지 않는다.

#### [해설]

복합소재 바닥판의 허용응력 설계에서는 인발성형 복합소재 구조용 부재에 일반적으로 적용되는 허용응력 설계의 부재강도 대비 안전율을 사용한다. 복합소재의 허용응력에 대한 안전율(F.S)는 EUROCOMP Design Code(1996), Strongwell사의 Design Manual(1989)에 따라 인장에 대하여 2.5, 압축에 대하여 3.0을 적용한다. 해설 표 4.2.1에서는 복합소재 바닥판의 부재별 강도와 허용응력을 정리하여 보여주고 있다.

해설 표 4.2.1 복합소재 바닥판의 부재별 강도와 허용응력

구 분	상부판		하부판	
	인장강도	압축강도	인장강도	압축강도
재료강도 (kg f/cm <sup>2</sup> )	2,000	2,000	2,000	2,000
허용응력 (kg f/cm <sup>2</sup> )	800	650	800	650
안전율(F.S.)	2.5	3.0	2.5	3.0

#### 4.2.2 복합소재 바닥판의 단면검토

- (1) 교량 횡방향에 대한 복합소재 바닥판의 단면검토는 3.2절의 설계하중에 의한 휨에 대하여 바닥판 상부판 및 하부판의 응력을 부재의 허용응력과 비교하여 검토한다.
- (2) 교량 종방향에 대한 거더-바닥판 합성단면의 단면검토는 합성단면의 중립축과 휨모멘트로부터 구한 계산응력에 대해 상하부판 허용응력을 이용하여 바닥판 안전성을 검토한다.
- (3) 복합소재 바닥판의 단면검토시 내부 채움재의 단면보강 효과는 고려하지 아니하고, 순수한 바닥판의 단면특성을 이용하여 검토한다.

#### 4.3 사용성 설계기준

- (1) 바닥판용 유리섬유 복합소재 패널은 부재의 강도는 큰 반면에 상대적으로 탄성계수가 작으므로 처짐에 대한 사용성 검토가 선행되어야 한다.
- (2) 사용성 기준은 충격을 포함한 활하중에 의한 바닥판의 처짐으로 평가하며, 거더내측의 경우에는 바닥판 지간에 대해  $L/425$ 를 처짐에 대한 허용기준으로 규정하고, 캔틸레버부 바닥판에 대해서는 바닥판 지간에 대해  $L/300$ 을 처짐에 대한 허용기준으로 규정한다. 여기서,  $L$ 은 주형간 간격이다.

##### [해설]

- (1) 사용성 기준으로 1996년에 발간된 도로교 시방서 하중-저항계수편에서 AASHTO LRFD와 동일한 기준으로 목재 바닥판에 대해 허용처짐을  $L/425$ 로 규정하고 있다. 이는 강바닥판의 처짐 사용성 기준인  $L/300$ 보다 더 불리한 기준이다.
- (2) 복합소재 바닥판의 처짐 사용성은 내측 거더에 대해서 충격을 포함한 활하중에 의한 바닥판 지간의 최대처짐이  $L/425$ 이하가 되는 기준을 적용하고, 캔틸레버부 바닥판의 경우 바닥판 지간의 최대처짐이  $L/300$ 이하가 되는 기준을 적용하여 평가한다.

## 제5장 전단연결재의 설계

### 5.1 적용범위

이 장은 복합소재 바닥판을 사용한 합성형교의 전단연결재 설계에 적용한다. 비합성형교의 전단연결재는 5.4절에서 별도로 규정한다.

### 5.2 설계일반

#### 5.2.1 전단연결재의 종류

- (1) 강교에 사용되는 전단연결재는 도로교설계기준 제3장 강교편의 3.9.5 전단연결재의 규정에 정해진대로 스테드를 표준으로 하되 합성작용을 확실히 할 수 있는 구조로 하여야 한다.
- (2) PSC 합성거더교에 사용되는 전단연결재는 도로교설계기준 제4장 콘크리트교편의 4.14.2 PSC 합성거더교의 규정에 정해진대로 전단연결재의 철근의 지름은 13mm 이상이라야 한다.
- (3) 전단연결재는 전단력에 대하여 충분한 내하력을 가짐과 동시에 바닥판이 들뜨는 것을 방지하는데 대해서도 유효한 구조로 하여야 한다.

#### [해설]

강교의 경우, 복합소재 바닥판의 전단연결재는 지름 19mm 이상의 스테드를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 합성작용을 보장하는 시기는 시공속도를 고려하여 결정해야 하는데, 소요강도의 80% 이상이 발현되는 시점을 합성작용이 유효한 시점으로 간주될 수 있다.

PSC 합성거더교의 경우, 복합소재 바닥판의 전단연결재는 철근 지름 13mm 이상을 사용하는 것을 원칙으로 한다. PSC BEAM의 공장제작시 구조계산에 따라 전단연결재포켓을 미리 만든 후 현장에서 철근을 전단연결재포켓에 연결하여 합성을 한다.

전단연결재의 간격은 5.3의 설계세목을 참고한다.

#### 5.2.2 전단연결부 채움재료

전단포켓의 채움재료는 무수축모르타르를 원칙으로 하고 시공속도를 고려하여 조기강도 발현이 가능한 제품을 선택해야 한다.

### 5.2.3 전단연결재의 설계

전단연결재는 각종 하중의 조합에 의한 주형과 바닥판 사이의 전단력이 가장 크게 되는 경우에 대해서 설계하는 것으로 한다. 전단연결재의 설계는 허용전단력에 대한 규정과 피로설계 규정을 적용한다. 바닥판과 주형과의 온도차에 의해서 생기는 전단력은 도로교설계기준 제3장 강교편 3.9.5.3의 규정을 따른다.

#### [해설]

전단연결재의 설계시 사용하는 하중조합은 섬유강화플라스틱의 특성상 재료의 건조수축을 고려할 필요가 없으므로 도로교설계기준의 하중조합 중 [합성후 하중+온도차]에 대해서만 설계한다.

### 5.2.4 허용전단력

전단연결재의 허용전단력은 다음 식으로 계산하고 바닥판과 주형의 플랜지 사이의 부착력은 무시한다.

#### [해설]

복합소재 바닥판 교량에 사용되는 스티드 전단연결재의 허용전단력은 실험결과에서 도출된 경험식을 사용하고 안전율은 항복강도의 1/4을 사용할 수 있다. 이는 현행 시방규정의 극한전단력/허용전단력의 비율을 고려한 것이다. 단 적용범위는 전단연결재의 지름이 22mm이고, 무수축모르타르의 압축강도가 400kgf/cm<sup>2</sup>을 넘고, 베딩층 두께는 40mm 이내일 때이다.

실험에 의한 복합소재 바닥판 합성형교량 전단연결재의 항복강도  $Q_y$ 는 약 10.9tonf이며 안전율 4를 고려하면 허용전단력은 아래와 같다.

$$\text{허용전단력}(Q_a) / \text{스티드} = 2.7\text{tonf}$$

## 5.3 설계세목

### 5.3.1 전단연결재의 간격

전단연결재의 최소간격은 복합소재 바닥판의 단면 형상을 고려하여 33cm로 하고 최대간격은 도로교설계기준을 참고로 하여 66cm로 한다. 또한 전단포켓과 전단연결재 사이의 최소간격은 채움재가 지압영역의 역할을 수행할 수 있도록 1.5cm이상 확보되도록 한다.

## [해설]

복합소재 바닥판의 특성상 전단연결재의 설계전단력이 일반 콘크리트 바닥판에 비해 현저히 작으므로 전단연결재를 설치하기 위한 전단포켓의 최소간격을 33cm로 하여도 무방하다. 최대 간격은 피로강도를 고려하여 66cm를 넘지 않도록 한다.

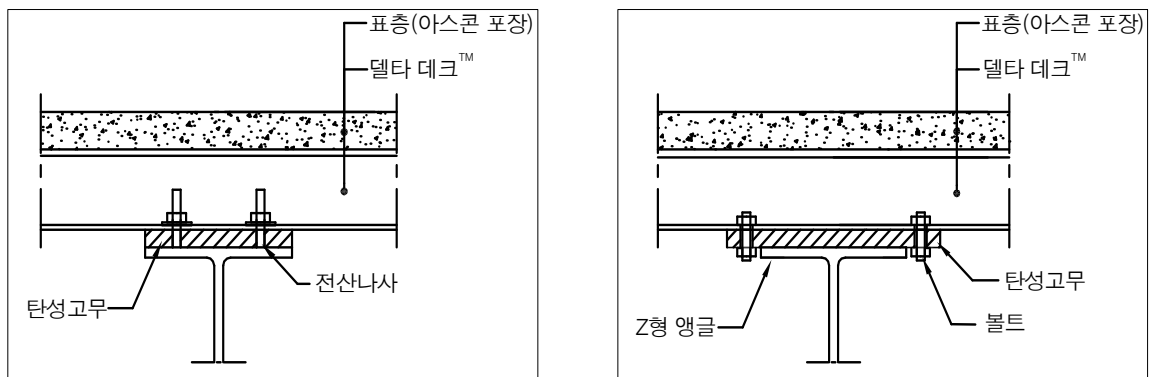
## 5.4 비합성형교 연결부의 설계

### 5.4.1 비합성형교의 설계

주형만으로 설계하중을 모두 지지하거나 주형과 바닥판이 중첩보로 거동하는 비합성형으로 교량을 설계하는 경우 본 절의 상세를 적용할 수 있다.

### 5.4.2 연결부의 상세

비합성형교의 바닥판과 주형의 연결부는 기본적으로 접착제에 의한 부착력과 볼트의 전단력으로 지지하는 것으로 한다. 또한 실제 거동시 합성작용에 가깝도록 추가적으로 전단포켓에 채움재를 타설할 수도 있으며 적절한 재료를 사용하여 현치부를 돌 수도 있다.



해설 그림 5.4.1 비합성 연결부의 상세

## 제6장 강주형의 설계

### 6.1 적용범위

이 장은 복합소재 바닥판 합성형교 및 비합성형교의 강주형 구조상세에 적용한다.

[해설]

이 장은 주로 판형교의 구조상세에 대해서 적용되고, U형 개단면 혹은 폐단면 강상자형에도 적용할 수 있다.

### 6.2 설계일반

강주형의 각 부분은 제작, 운반, 가설, 검사, 도장, 배수 및 유지 관리 등을 고려하여 복합소재 바닥판의 설계 및 시공에 대하여 편리하도록 설계한다.

[해설]

복합소재 바닥판을 적용한 합성형교의 강주형 구조상세는 기본적으로 도로교시방서 제 II 편 강교편에 규정한 것을 따른다.

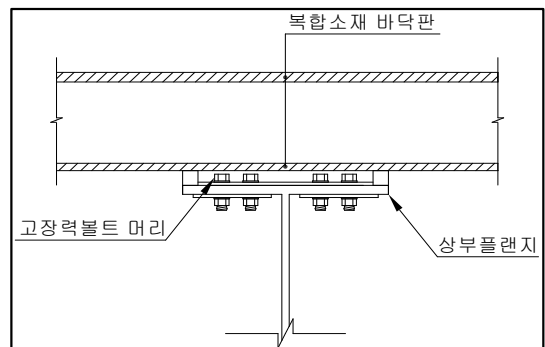
### 6.3 상부플랜지의 현장이음

상부플랜지의 현장이음은 아래와 같이 적용한다.

- (1) 상부플랜지의 현장이음을 고장력볼트 접합으로 할 경우는 상부플랜지의 상부 덧판과 복합소재 바닥판 사이에 고장력볼트의 머리가 반드시 오도록 한다.
- (2) 상부플랜지의 현장이음을 용접으로 할 경우는 용접에 따른 강형의 변형에 유의하여 적절한 처리를 하여야 한다.

[해설]

해설 그림 6.3.1은 고장력볼트 현장이음의 구조상세에 대한 일예를 표현한 것인데, 이 그림과 같이 상부플랜지의 상부 덧판과 복합소재 바닥판 사이에 고장력볼트의 머리가 반드시 오도록 하여 베딩부의 무수축모르타르의 높이를 정한다. 설계자의 특별한 명시가 없을 경우, 베딩부 무수축모르타르 높이는 40mm로 한다.



해설 그림 6.3.1 상부플랜지 현장이음 예

## 제7장 복합소재 바닥판 합성형교의 시공

### 7.1 적용범위

이 장은 본 지침 6장까지의 규정에 근거하여 설계된 복합소재 바닥판 합성형교를 시공하는 경우에 적용한다. 비합성형교의 경우도 본 장의 규정을 준용할 수 있다.

### 7.2 바닥판의 제작

#### 7.2.1 바닥판의 제작

복합소재 바닥판은 다음과 같이 제작한다.

- (1) 튜브의 제작 : 제2장 2.1에서 규정된 유리섬유 복합소재의 요구조건을 만족하는 튜브를 공장에서 인발성형 공정에 의해 교량폭 길이 단위로 제작한다.
- (2) 패널의 제작 : 제2장 2.5에서 규정된 접착제를 사용하여 공장에서 튜브를 횡방향으로 접착하여 패널을 만들며, 현장까지의 운반상 제약을 고려하여 폭은 최대 2.4m로 제한한다.

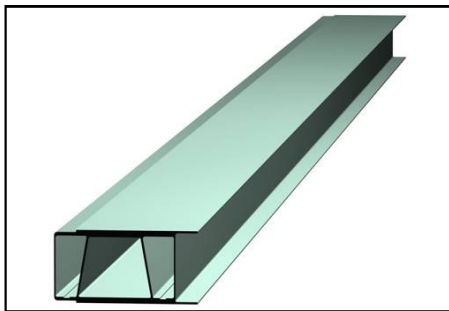


그림 7.2.1 복합소재 바닥판 튜브

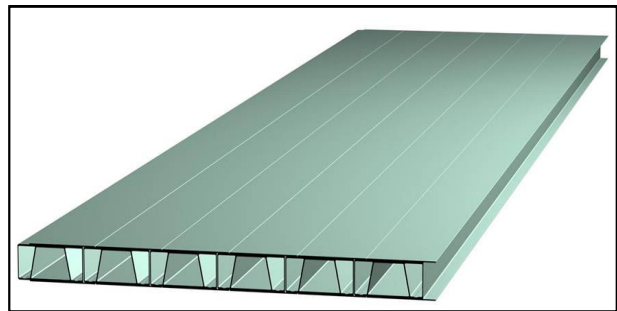


그림 7.2.2 복합소재 바닥판 패널

복합소재 바닥판 치수의 제작오차는 표 7.2.1에서 제시하는 범위 안에 있어야 한다. 치수 검사는 모든 복합소재 바닥판에 대해서 실시한다.

표 7.2.1 복합소재 바닥판 치수의 허용제작오차

구분	허용오차
상하판 및 복부의 두께	±1.0mm
튜브의 높이	±1.5mm
튜브의 직선도	±6.0mm(10m 당)
패널의 길이와 폭	±5.0mm
전단포켓의 위치	±5.0mm
접착선 두께(복부)	1.5mm ±0.5mm
접착선 두께(플랜지)	1.5mm ±0.5mm

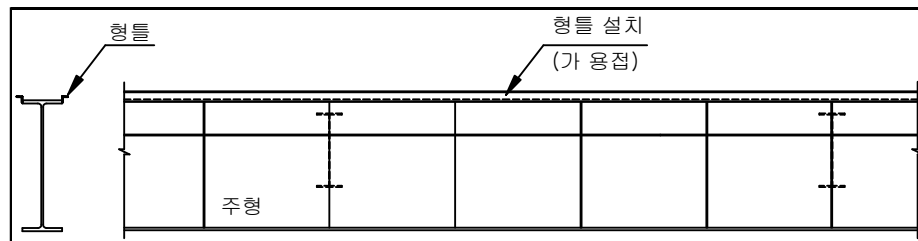
## 7.3 바닥판의 시공

### 7.3.1 형틀의 시공

바닥판 거치 전 주형 상면 위의 정해진 위치에 형틀을 설치한다. 형틀은 채움재 타설 후에도 제거하지 않는다. 형틀의 형상 및 재질은 본 지침서 2.6절의 규정에 따른다.

[해설]

형틀시공상세는 해설 그림 7.3.1과 같다.



해설 그림 7.3.1 앵글용접에 의한 형틀시공

### 7.3.2 운반 및 거치

- (1) 패널의 운반 및 거치시 시공도면에 표시된 지지점만을 사용해야 하고 승인된 장비와 방법으로 수행해야 한다.
- (2) 패널의 취급시 뒤틀리거나 구부러지지 않고 완전히 편평해야만 하며 뒤집거나 측면으로 거치되어선 안된다.
- (3) 모든 패널은 작은 각목 등으로 땅에서 이격시켜 침하가 없는 지반에 지지되어야 하고 자외선에 대해 보호되는 불투명한 덮개로 덮어 보관해야 한다.

### 7.3.3 가설

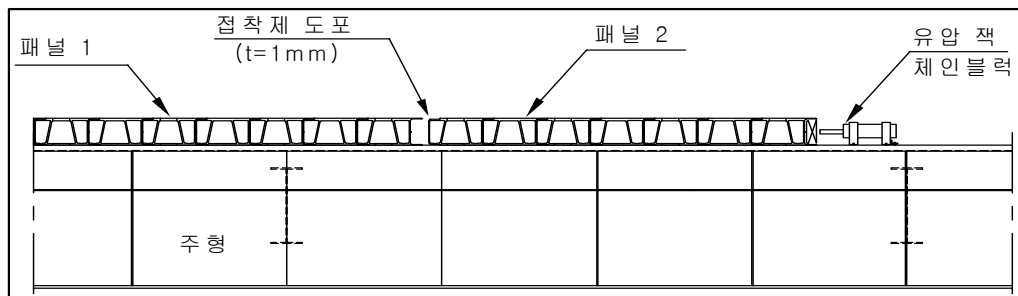
- (1) 패널의 가설은 제작자가 지정하는 적절한 인양장치를 사용하여야 한다. 패널은 도면에 따라 높이와 선형을 적절하게 맞추어야 한다.
- (2) 가설시 교량 상에 재하가 허용되는 것은 자재, 장비 및 작업인원의 총량만이다.
- (3) 인접한 패널들 사이의 편차는 제작자가 권고하고 엔지니어가 수용하는 방법으로 합리적으로 조정한다.

### 7.3.4 패널간 연결

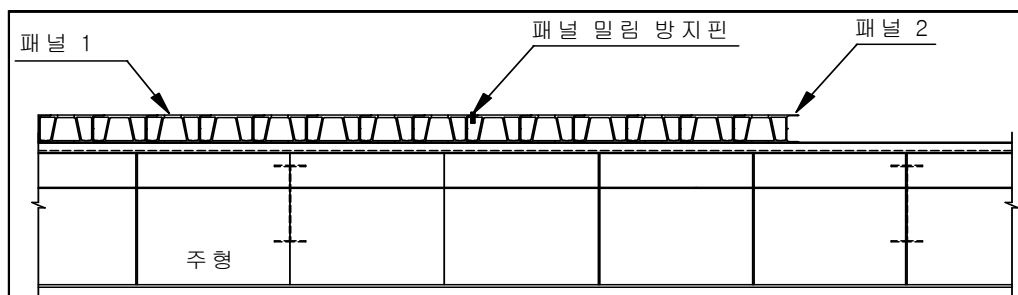
- (1) 접착면은 사전에 사포나 그라인더로 표면처리를 한다. 그리고 패널간 연결부의 양면에 모두 접착제를 도포하고 연결할 패널을 기 거치된 패널에 암수부가 끼이도록 맞춘다.
- (2) 주형 상에 설치한 유압잭이나 체인블럭 등을 사용하여 패널들을 교축방향으로 일체로 결합시킨다. 잭킹은 접착면에서 접착제가 충분히 부착될 때까지 실시한다.
- (3) 접착제의 양생을 위해 패널간 연결부 상면에 스쿠르 볼트 등으로 고정을 시킨다.

#### [해설]

- (1) 패널간 접착 1시간 전에 사전준비작업이 끝나야 한다. 접착면은 수분과 먼지가 깨끗이 제거되어야 한다. 표준작업시간은 표준온도 25℃ 에서 30분이며 30분이 초과되거나 접착제가 응고되기 시작하면 패널은 더 이상 움직여서는 안된다. 표준작업시간은 작업온도가 높으면 감소시키고 낮으면 증가시킬 수 있으며 5℃ 이하 또는 우천시에는 작업을 하면 안된다.
- (2) 용량 2 tonf 이상의 유압잭이나 2 tonf 이상의 체인블럭을 최소 2개 이상 주형 위에 거치하며 잭킹시 균등하게 하중이 재하되도록 유의한다.
- (3) 비합성형교인 경우는 패널거치 후 즉시 바닥판과 주형간의 볼트연결이 가능하므로 접착제 양생을 위한 팩 고정작업을 생략할 수 있다.
- (4) 유압잭을 이용한 패널압착 연결상세는 해설 그림 7.3.3과 같으며, 패널 밀림 방지핀(복합소재 팩)을 이용한 패널고정 상세는 해설 그림 7.3.4와 같다.



해설 그림 7.3.3 유압잭을 이용한 패널압착 연결



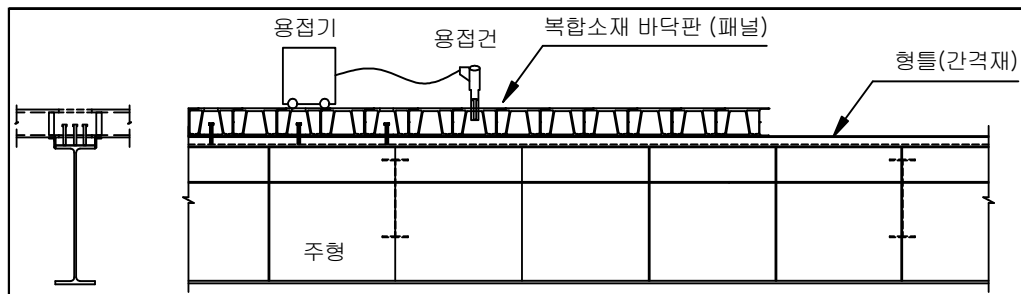
해설 그림 7.3.4 패널 밀림 방지핀을 이용한 패널고정

### 7.3.5 전단포켓의 충전

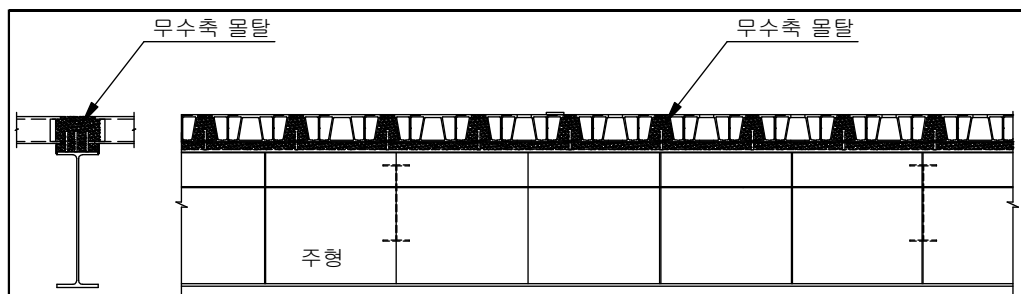
- (1) 강교의 경우, 스테드를 도면 상 정해진 위치에 현장용접한다.
- (2) PSC 합성거더교의 경우, 전단연결재를 전단연결재포켓에 에폭시를 사용하여 고정한다.
- (3) 채움재는 전단포켓 내 모든 공극이 완전히 채워지도록 정해진 방법과 절차에 의해서 타설한다.
- (4) 채움재의 비비는 모든 재료가 완전히 섞일 때까지 계속한다. 일단 비빈 후에는 물을 추가하여 조절하여서는 안되며 1시간 이내에 타설하여야 한다.
- (5) 타설은 연속적으로 이루어지되 동일한 주형에서 15분 이상 중단되지 않고 진행되어야 하며 타설 후 소형 바이브레이터로 다짐을 실시한다.
- (6) 상판 위 채움재의 노출면은 역센 솔로 최종 마감하고 채움재는 3일 이상 또는 소요 설계강도를 달성하기 위해 제작자가 지정하는 기간 동안 습윤양생한다. 노출면은 외부로부터의 충격 또는 우수의 침입을 받기 쉬운 상태에 있기 때문에 충분히 보호하여 양생하여야 한다.

[해설]

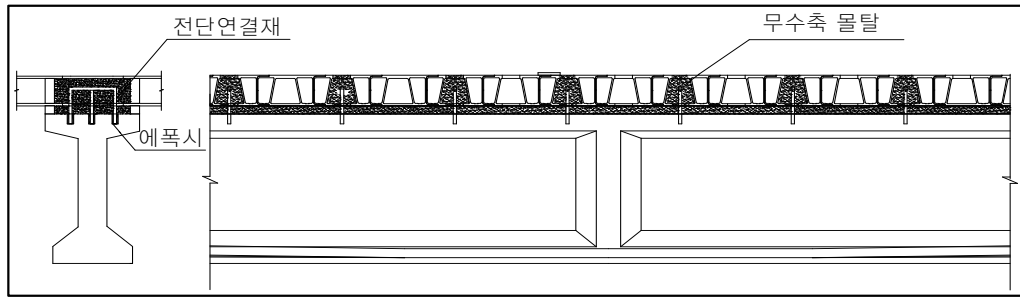
강교에 전단연결재로 사용되는 스테드의 현장용접 시공상세는 해설 그림 7.3.5와 같으며, 무수축 몰탈의 전단 포켓 타설 시공상세는 해설 그림 7.3.6과 같다. 그리고 PSC 합성거더교의 전단연결재 현장고정 상세는 해설 그림 7.3.7과 같다.



해설 그림 7.3.5 스테드 현장용접(강교)



해설 그림 7.3.6 무수축 몰탈의 전단포켓 타설



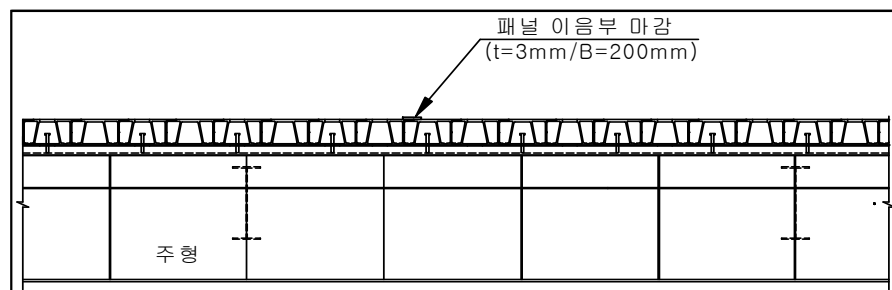
해설 그림 7.3.7 전단연결재 현장고정(PSC 합성거더교)

### 7.3.6 마감처리

- (1) 패널간 연결부 상면은 복합재료 슈트로 추가 보강하여 방수처리한다.
- (2) 복합소재 바닥판의 양 측면은 튜브 안으로 이물질이 침입하여 쌓이는 것을 막기 위해 폐합시킨다.
- (3) 복합소재 바닥판 양단부는 신축이음부의 설치가 용이하도록 폐합시킨다.

#### [해설]

- (1) 보강슈트의 재료에 대한 규정도 본 지침서 2.1절의 (4)항을 따른다.
- (2) 복합소재 슈트를 이용한 패널 이음부 마감처리의 시공상세는 해설 그림 7.3.8과 같다.



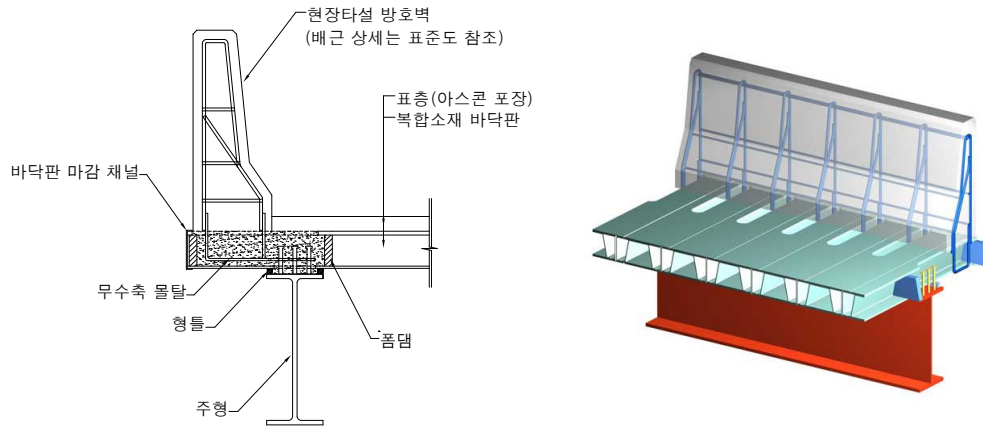
해설 그림 7.3.8 패널 이음부 마감처리

### 7.4 방호울타리의 시공

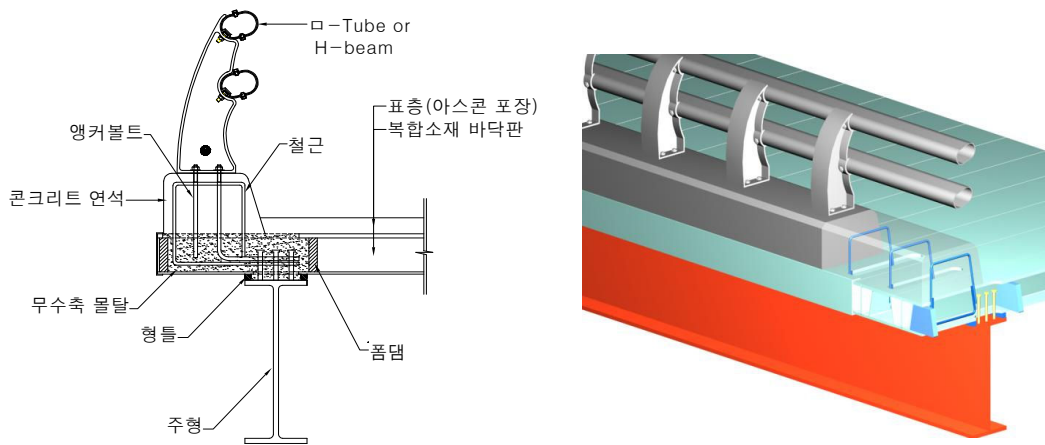
방호울타리의 시공은 복합소재 바닥판과의 연결에 가장 적합한 시공방법을 검토하여 수행하되 설계하중을 충분히 지지할 수 있는 구조이어야 한다.

#### [해설]

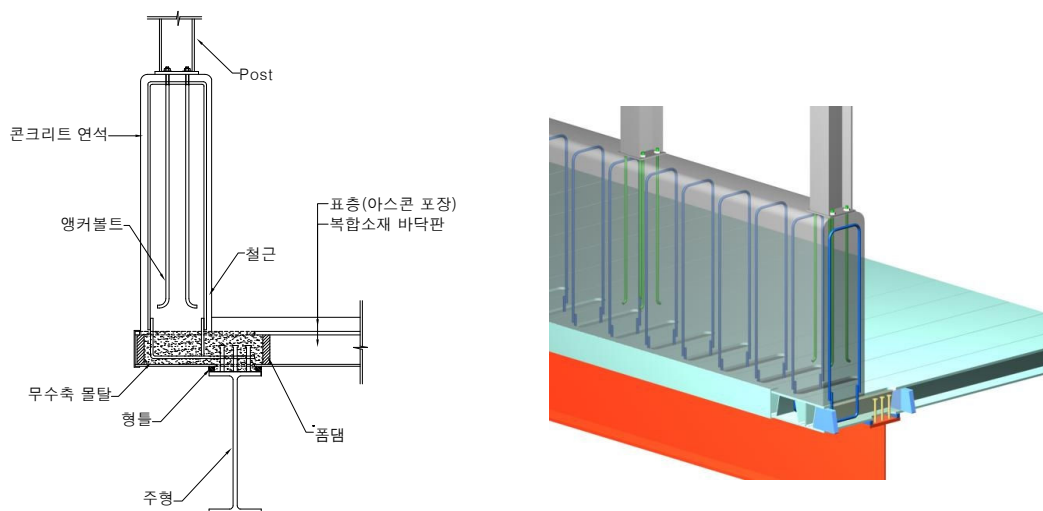
방호울타리는 바닥판의 거치 후 주형과 일체화된 다음에 시공한다. 방호울타리가 위치하는 연석을 프리캐스트화 하는 경우에는 소정의 시공 정밀도가 얻어지는 구조로 하여야 한다.



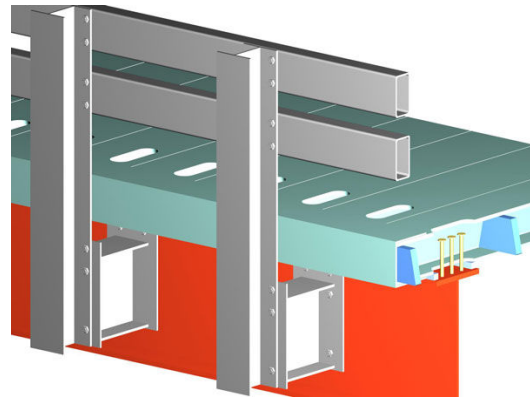
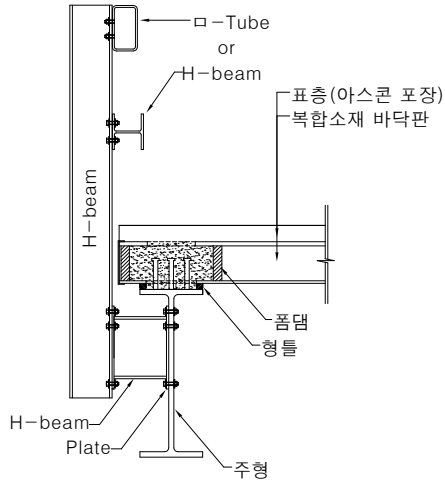
(a) 콘크리트 방호벽



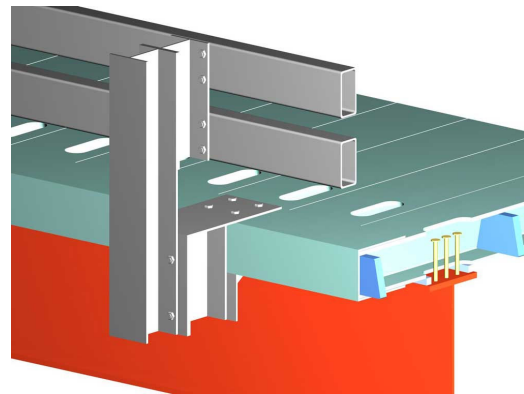
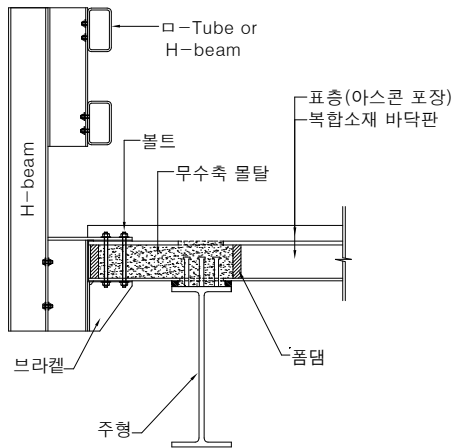
(b) 콘크리트연석 + 강재방호책



(c) 방음벽 기초



(d) 강주형 직접연결



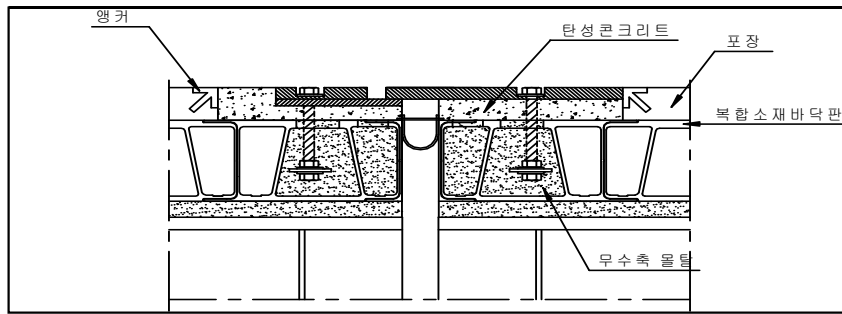
(e) 바닥판 직접연결

해설 그림 7.4.1 방호울타리와 복합소재 바닥판의 연결부 상세 예

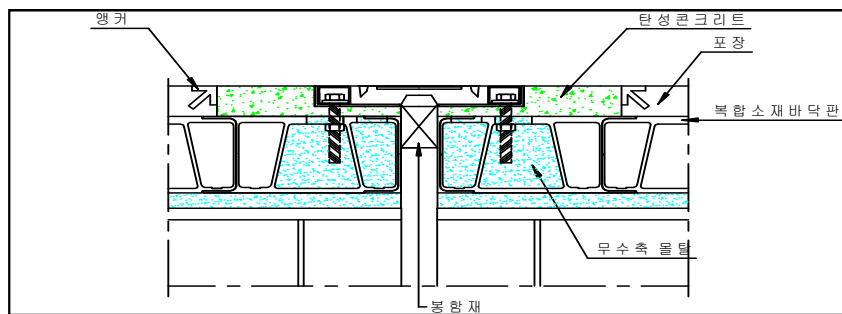
### 7.5 신축이음장치의 시공

신축이음장치의 시공은 교량의 구조형식, 신축이음장치의 특성 및 시공순서를 고려하여 정밀하게 시공하여야 한다.

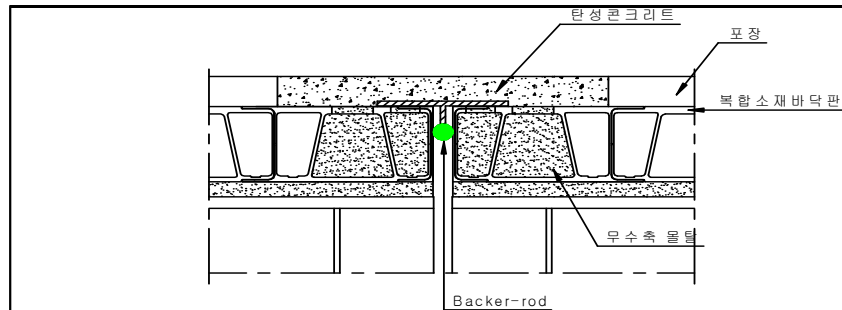
[해설]



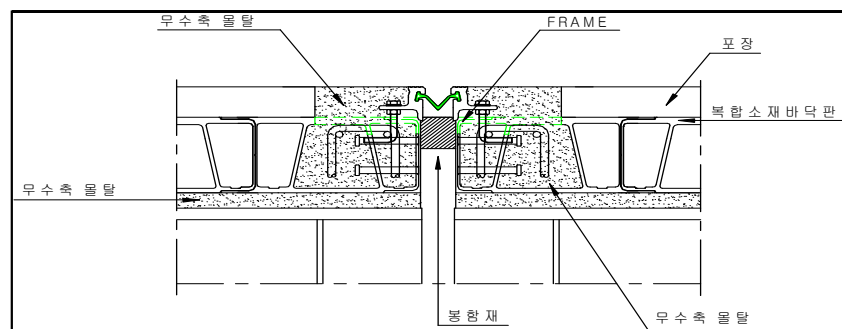
(a) 개방형(핑거조인트)



(b) 판형(트랜스플렉스 조인트)



(c) 타설형 (맹조인트)



(d) 레일형

해설 그림 7.5.1 신축이음장치의 적용 상세 예

## 7.6 구배의 처리

교량에서 발생할 수 있는 구배를 처리하기 위해 다음과 같은 방안을 고려할 수 있다.

**7.6.1** 횡단구배는 주형과 바닥판 사이에 현치부를 설치하여 조정하는 것을 원칙으로 한다.

**7.6.2** 횡단구배는 복합소재 바닥판 패널을 적당한 길이에서 잘라 단부에서 각도를 주어 조정할 수 있다. 단 패널 이음부가 주형 위에 위치하도록 한다.

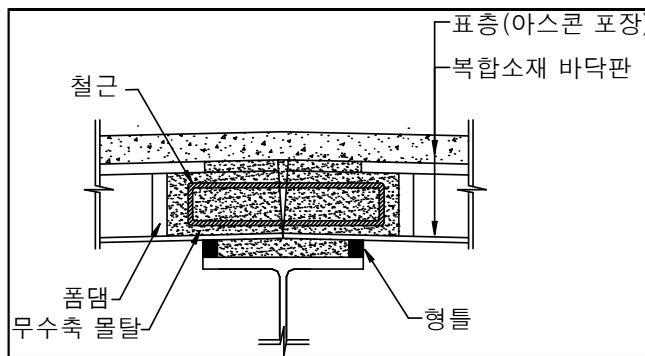


그림 7.6.1 패널 단부에서 꺾임을 주는 연결상세 예

**7.6.3** 제작시 솟음이나 종단곡선의 경우는 튜브간의 길이방향 연결부에 미소한 각도 (상하부 플랜지 최대 1.0mm 간격)를 주어 조정할 수 있다. 간격으로 인한 틈은 접착제의 두께로 조절한다. 단, 종단곡선 변화비율이 1m/(설계속도 20km 인 경우의 최소치) 이상의 종단에 대하여 이러한 방법을 적용할 수 있다.

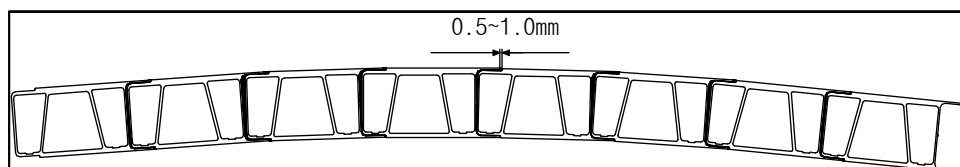


그림 7.6.2 튜브간 각도조절에 의한 구배조정

7.6.4 주형의 단면형상 및 높이를 구배에 맞춘다.

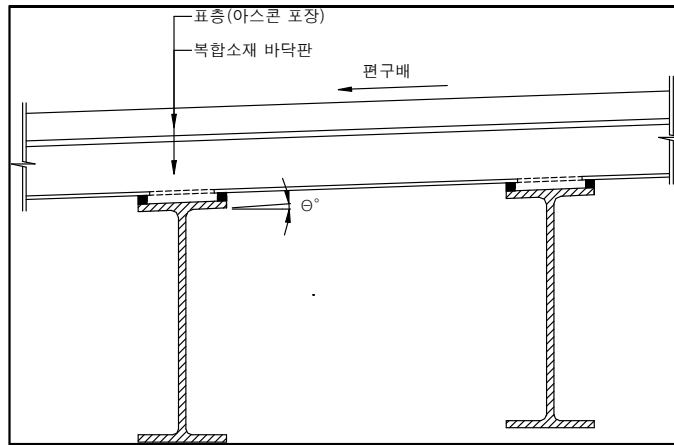


그림 7.6.3 주형의 단면변화에 의한 구배조정

[해설]

교량에는 다음과 같은 이유로 구배가 생길 수 있다.

- ① 횡단구배(편구배)
- ② 종단구배
- ③ 종단곡선
- ④ 제작시 솟음

복합소재 바닥판 패널은 원칙적으로 교축방향, 교축직각방향 모두 한방향으로 일정한 구배를 갖도록 한다. 설계자는 구배를 맞추기 위해 현장의 실제조건과 교량의 설계조건을 고려하여 위에서의 방법들을 단독으로 혹은 조합하여 적용할 수 있다

7.7 교면 포장 및 배수처리

7.7.1 바닥판과 포장층의 접착을 양호하게 하기 위해 적절한 조치를 강구하여야 한다.

[해설]

복합소재 바닥판 상면과 포장층과의 양호한 부착을 위해 델타데크 상부면을 샌딩한 후, 에폭시 계열로 하도를 처리하고 직경 5~6mm 규사를 도포한 후, 중도(에폭시 계열)를 도포하여 포장시 부착능력을 배가시킨다.

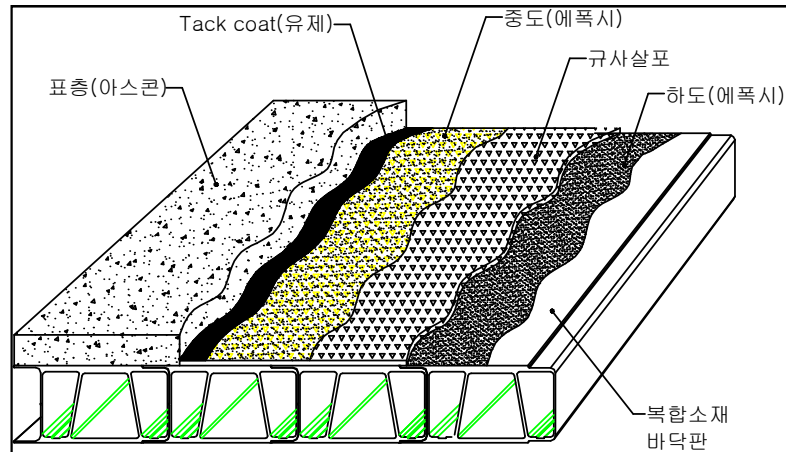


그림 7.7.1 포장부 부착 개선 접착 공법

7.7.2 교면의 배수상태가 불량하면 교통의 장애가 될 뿐만 아니라 교량의 내구성에도 악영향을 미친다. 따라서 교면에 모인 물이 배수구 및 배수관을 거쳐 신속하게 배수되도록 면밀히 시공하여야 한다.

## 7.8 시공성과 분석

- (1) 합성형 복합소재 바닥판 교량의 시공이 완료된 후에는 시공성과를 평가할 수 있는 조사 또는 시험을 수행하여야 한다.
- (2) 시공후 복합소재 바닥판 상면의 편평도를 측정하도록 하고, 그 허용오차는 인접 패널간 3%이하가 되어야 한다.
- (3) 전단 연결부에 사용된 채움재(무수축 몰탈)의 압축강도시험을 수행하여 2.4절의 채움재의 설계강도 이상이 발현되는 것을 확인하여야 한다.
- (4) 발주처의 요구가 있는 경우에는 시공후 차량재하시험을 수행하여 4.3절의 사용성 설계기준에 따른 바닥판의 사용성 평가와 내하력 만족도 평가를 수행하여야 한다.

### [해설]

- (1) 채움재(무수축 몰탈)에 대한 압축강도는 사용량 1m<sup>3</sup>에 대해 시험체를 3개 제작하고 재령 7일 기준으로 340kgf/cm<sup>2</sup>, 재령 14일 기준으로 400kgf/cm<sup>2</sup> 이상의 압축강도를 기준으로 평가한다.

(2) 재하시험에 의한 사용성 평가는 시공후 복합소재 바닥판의 최대 단면력을 발생시키는 위치에 차륜하중을 재하하고 주형간 중앙의 수직변위(처짐)를 측정하여 4.3절의 사용성 기준인 허용처짐  $L/425$ (L:주형간격)에 대한 만족여부를 판단하여야 한다.

(3) 재하시험에 의한 내하력 평가는 바닥판 상부의 차륜하중에 의한 바닥판 응력을 측정하여 4.2절에서 규정한 허용응력에 대한 안전성 및 내하력을 추정 평가한다.