포스트텐션 공법의 분류

(비부착 공법 / 부착공법)

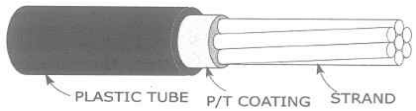
PTS ㈜피티솔루션

⊙ Post-Tension이 란

- 콘크리트의 타설과 경화 이후에 프리스트레스를 가하는 공법. (현장 작업)

⊙ Post-Tension 분류

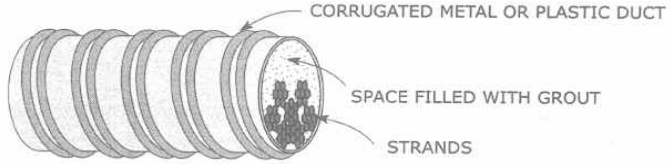
비부착 (Unbonded) Post-Tension

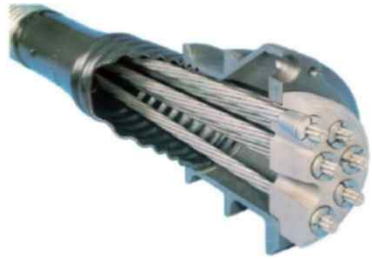


- Mono-Strand System (피복처리)
- 미국/중동에서 주로 시공
- 긴장재와 콘크리트 분리
- 정착구 – 상시 응력 전달 역할
- 균열 제어 및 응력 전달에 추가 철근 필요
- 정착구와 콘크리트 지압에 의해 긴장력을 콘크리트로 전달

건축물의 Slab, 보 에 적용 시공이 간편

부착 (Bonded) Post-Tension





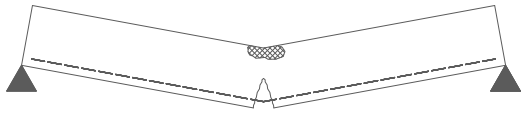
- Multi-Strand System (그라우팅)
- 유럽에서 주로 시공
- 긴장재와 콘크리트 부착 – 덕트가 부착력 확보
- 정착구 – 초기 응력 전달 역할
- 균열 제어 및 응력 전달에 추가 철근 불필요
- 덕트와 콘크리트 부착에 의해 긴장력을 콘크리트로 전달

토목 – 교량 등 건축 – Transfer Girder, Transfer Plate 등

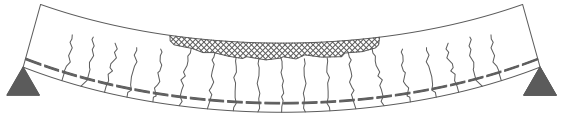
⊙ Post-Tension 공법별 장 · 단점

구 분	비부착 공법 (Unbonded)	부착 공법 (Bonded)
형 상		
시공성	• Mono Strand(1연선) ⇒ 배치 단순 • 그라우팅 불필요하여 설치가 용이 • 곡률 구현 능력 우수 • 정착판이 기둥 철근 사이에 배치 가능	• Multi Strand(다연선) ⇒ Duct에 강연선 삽입 작업 필요 • 긴장 후 덕트 내부 그라우팅 • 교량 등 큰 하중을 받는 보 • 수평 곡률 구현 어려움 • 정착판이 기둥 철근과 간섭
구조 효율성	• 정착구 ⇒ 상시 하중 저항 • 강연선 손상시 해당 강연선 내력 상실 • 슬래브/보	• 정착구 ⇒ 그라우팅 완료 후 양생기간 하중 저항 • 일부 구간 손상되어도 잔여 강연선 문제 없음 • 교량/큰 하중을 받는 보

⊙ 최소 부착 철근 (비부착공법)



부착철근 미배치 (대형 단일 균열)



부착철근 배치 (소형 많은 균열)

- **부착철근이 없는 경우에는 큰 폭의 인장균열이 국부적으로 발생할 수 있다. 따라서 휨균열의 분산을 위하여 부착철근이 필요하다.**

0509.5.3 휨부재의 최소 부착철근량 (KBC 2009 건축구조기준)

(2) As = 0.004*Act -> 사용하중의 응력상태에 관계없이 배치하여야 한다.

Act : 콘크리트 전체 단면의 중심축과 인장연단 사이의 단면적

(3) 두께가 일정한 2방향 플랫플레이트

① 정휨모멘트가 발생하는 구역 - 콘크리트 응력이 $0.17\sqrt{f_{ck}}$ 를 초과 할 경우

$$A_s = \frac{N_c}{0.5 f_y}$$

Nc : 고정하중과 활하중 (D+L)에 의한 콘크리트의 인장력

② 부모멘트 구간 - 기둥받침부

$$A_s = 0.00075 A_{cf}$$

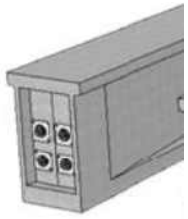
Acf : 이방향 슬래브의 기둥 위치에서 2개의 직교하는 등가골조 슬래브-보 대의 단면적 중 큰 값

-> 기둥받침부 전면에서 각각 1.5h 떨어진 슬래브 폭 내에 균등하게 4개 이상의 철근을

각 방향으로 300㎜ 이하의 간격으로 배치하여 한다.

⊙ 최소 부착 철근 (부착공법)

휨부재 (부착공법)

	**0509.5.2 휨부재의 보강에 대한 제한 사항 (KBC 2009 건축구조기준)** (2) 철근과 긴장재의 전체량은 콘크리트 파괴계수(fcr)을 기초로 하여 계산된 균열하중의 1.2배 이상의 계수하중을 받는데 충분하여야 한다. -> 2방향 및 비부착 포스트텐션 슬래브는 제외

0509.5.2 휨 부재의 보강에 대한 제한사항 (KBC 2009 건축구조기준 해설)

긴장력이 부재의 휨균열 강도에 미치지 못하면 휨균열의 발생과 함께 취성파괴가 발생할 수 있다.

⊙ 포스트텐션 공법별 구조기준

구분	항목	기준	내용			
비부착	최소부착철근	KBC2009 0509.5.3	보		$A_s = 0.004A_{ct}$	
			슬래브	부모멘트	모든 경우	$A_s = 0.00075A_{cf}$
				정모멘트	콘크리트에 $0.17\sqrt{f_{ck}}$ 이상 인장응력이 발생하는 경우	$A_s = \frac{N_o}{0.5f_y}$
	1방향 프리스트레스 슬래브	KBC2009 0505.7.3	최대 배치 간격		1.8m	
			최소 압축 응력		0.7MPa	
			0.7MPa이하인 영역 처리		철근 배근	
	2방향 프리스트레스 슬래브	KBC2009 0509.8.2	최대 배치 간격		1.5m or 슬래브 두께의 8배	
			최소 압축 응력		0.9MPa	
부착	최소부착철근	KBC2009 0509.5.2	콘크리트의 파괴계수 fr을 기초로 하여 계산된 균열하중의 1.2배 이상의 계수하중을 받는 데 충분한 철근			

비부착 공법 자재 및 시공순서

⊙ 긴장재 (강연선, Tendon, 7-Wire) - 7가닥의 PC 강선을 꼬아 피복 처리

피복 PS 강연선

-. 강연선의 종류

직경	공칭단면적	단위무게	강종
Φ 12.7 mm (0.5")	98.71 ㎟	0.88 ㎏/m	SWPC 7BL
Φ 15.2 mm (0.6")	138.7 ㎟	1.22 ㎏/m	SWPC 7BL

피복 무게 추가 됨

-. 강연선의 표기 방식

SWPC - 7 - B - L	이완 값	N - 중이완(Normal Relaxation) L - 저이완(Low Relaxation)
	강종	A-1,720MPa B-1,860MPa
	강선수	1 - 1ea, 2 - 2ea, 3 - 3ea, 7 - 7ea, 19 - 19ea
	강선 단면 형상	SWPC - 원형강선 SWPD - 이형강선

⊙ 비부착 공법 장비 및 부속자재

[강연선]	[인장기]	[포켓포머]	[Wedge]
[지압판]			
[Wedge]			
자재 및 장비		인장정착구 (외부 노출)	고정정착구 (내부 매립)

⊙ 비부착 공법 시공순서

01 인장정착구설치

02 지지철근설치

03 고정정착구설치

04 강연선설치

05 보강근설치

06 콘크리트타설

07 콘크리트양생

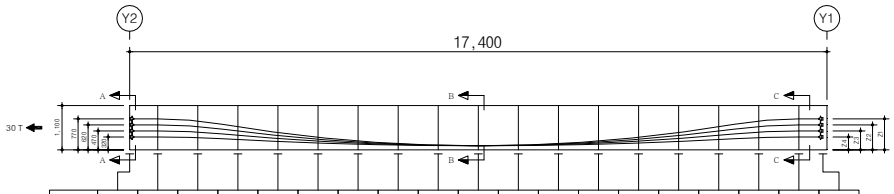
08 거푸집철거

09 강연선긴장

10 강연선절단

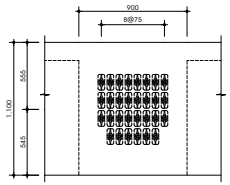
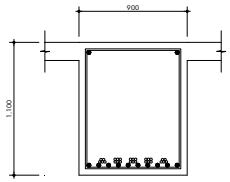
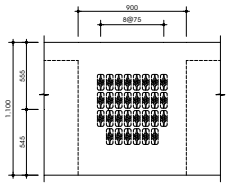
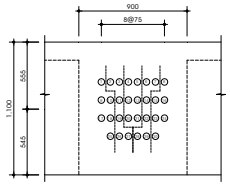
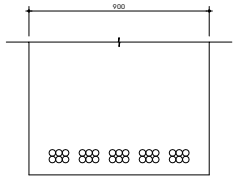
11 그라우팅

◉ 비부착 공법 강연선 배치 및 Profile 예

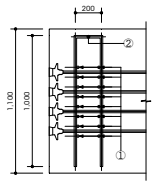
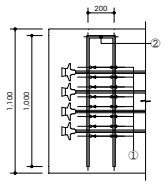
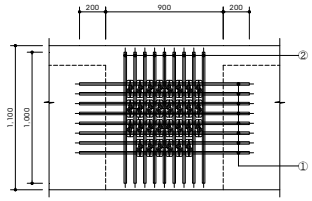
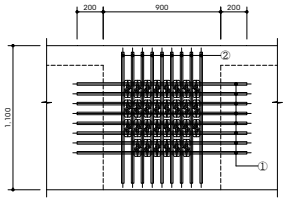
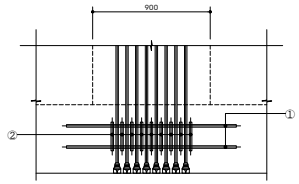
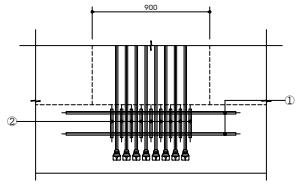
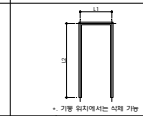
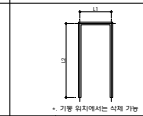


거리(mm)	0	700	1,700	2,700	3,700	4,700	5,700	6,700	7,700	8,700	9,700	10,700	11,700	12,700	13,700	14,700	15,700	16,700	17,300
Z1(mm)	770	760	700	460	420	300								300	420	565	700	760	770
Z2(mm)	620	610	565	565	345	255								255	345	460	565	610	620
Z3(mm)	470	460	430	355	270	210								210	270	355	430	460	470
Z4(mm)	320	310	290	245	200	160	130	110	95	90	95	110	130	160	200	245	290	310	320

* . 정착구 간격은 현장 여건에 따라 변경 할 것.

SECTION A-A(인장단)	SECTION B-B	SECTION C-C(고정단)
		
텐던 배치 및 결합도(단부)	텐던 배치 및 결합도(중앙부)	
		

⊙ 비부착 공법 정착구 보강 철근 상세도 예

	인장 정착구 상세도	고정 정착구 상세도
1-1 단면		
1-2 입면		
1-3 평면		
1-4 철근 상세도		

구분	칫수	구분	칫수
직경	HD16	직경	HD16
L1	1,100	L1	200
-	-	L2	800
개수	16	개수	7

구분	칫수	구분	칫수
직경	인장정착구와 동일	직경	인장정착구와 동일
L1	인장정착구와 동일	L1	인장정착구와 동일
-	-	L2	인장정착구와 동일
개수	인장정착구와 동일	개수	인장정착구와 동일

부착 공법 자재 및 시공순서

⊙ 긴장재 (강연선, Tendon, 7-Wire) - 7가닥의 PC 강선을 꼼

PS 강연선

-. 강연선의 종류

직경	공칭단면적	단위무게	강종
Φ 12.7 mm (0.5")	98.71 ㎟	0.774 ㎏/m	SWPC 7BL
Φ 15.2 mm (0.6")	138.7 ㎟	1.101 ㎏/m	SWPC 7BL

-. 강연선의 표기 방식

SWPC - 7 - B - L	이완 값	N - 중이완(Normal Relaxation) L - 저이완(Low Relaxation)
	강종	A-1,720MPa B-1,860MPa
	강선수	1 - 1ea, 2 - 2ea, 3 - 3ea, 7 - 7ea, 19 - 19ea
	강선 단면 형상	SWPC - 원형강선 SWPD - 이형강선

⊙ 부착 공법 장비 및 부속자재

강연선 삽입기	인장기	펌프
발전기	그라우팅 장비	포켓포머

⊙ 부착 공법

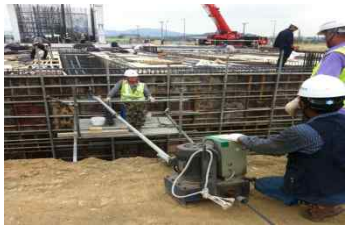
시공순서

01 인 장 정 착 구 설 치

02 지 지 철 근 설 치

03 쉬 스 관 설 치

04 강 연 선 삽 입



05 고 정 정 착 구 설 치

06 정착구 보강철근 설치

07 상 부 철 근 설 치

08 콘 크 리 트 타 설

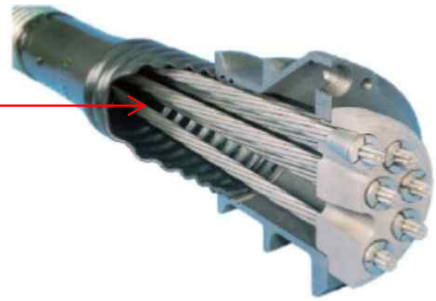
09 강연선긴장 및 강연선 절 단

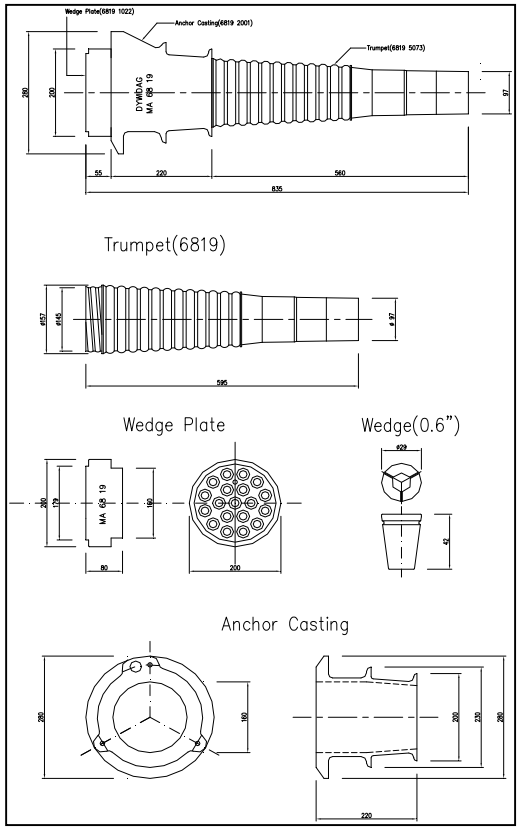
10 그 라 우 팅

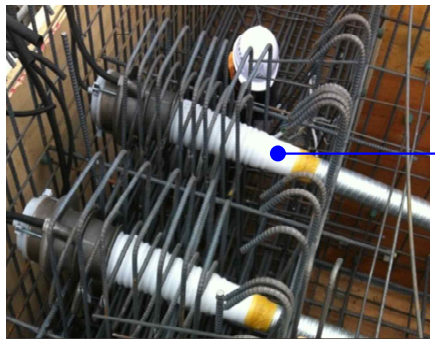
11 거 푸 집 탈 형

⊙ 부착 공법 정착구 상세도 (19Head) – 강연선(7-wire) 19가닥을 하나의 정착구에 배치

그라우팅 됨

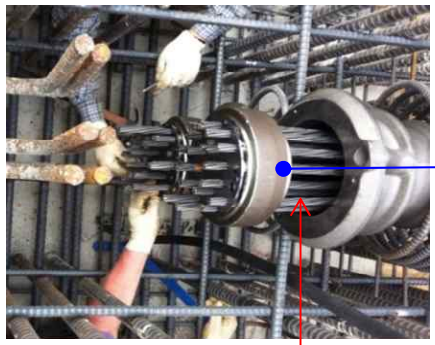






Trumpet

Duct

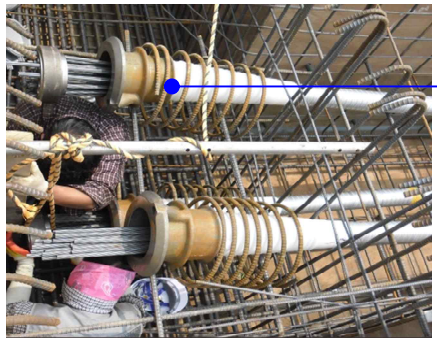


Wedge Plate

Wedge

강연선 1가닥 당 1개 필요

강연선(7-wire) 19가닥



Anchor Casting

㈜ 피티솔루션

• 주　　소: 서울시 강남구 역삼동 753-6번지 2,3층
• 홈페이지 : http://www.ptsolution.co.kr
• E -Mail : pts1080@chol.com
• Tel　　: 02_539_1080
• Fax　　: 02_539_4302