

EXCS 14 20 53 : 2018

프리스트레스트 콘크리트

2018년 6월 19일 제정

<http://www.ex.co.kr/research>



국토교통부



한국도로공사

고속도로공사 전문시방서 제·개정에 따른 경과 조치

「고속도로공사 전문시방서(EXCS ; Express Construction Specification)」는 국가 건설기준(KCS ; Korea Construction Specification)를 기본으로 하여 고속도로 시공에 관련된 공종을 대상으로 작성한 종합적인 시방기준으로서, 단위공사 설계 시 해당 공사의 특성과 여건 등에 맞게 「공사시방서」를 작성하는데 활용하기 위한 「전문시방서」(Guide Specification)이므로 관계법상 구속력과 계약도서로서의 효력이 없습니다.

이 시방기준 발간 시점에 이미 시행 중인 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있으며, 이 시방기준으로 공사시방서 작성 시 도로교통연구원 홈페이지 및 국가건설기준센터 홈페이지에 등재된 최신 시방기준을 반드시 확인 후 작성하시기 바랍니다.

※ 도로교통연구원 홈페이지 : <http://ex.co.kr/research/>

국가건설기준센터 홈페이지 : <http://www.kcsc.re.kr/>

전문시방서 제·개정 연혁

- 이 시방기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 고속도로공사 전문시방서와 건설기준(표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 고속도로공사 전문시방서를 중심으로 KCS 14 20 53 등의 해당하는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

전문시방서	주요내용	제·개정 (년.월)
고속도로공사 전문시방서	• 고속도로공사 전문시방서를 제정	제정 (1998.5)
고속도로공사 전문시방서	• 제정 이후 개발된 신기술 및 신공법을 고속도로공사현장에 적용하기 위하여 개정함	개정 (2000.11)
고속도로공사 전문시방서	• 시대적 흐름을 반영하고 건설기술 발전에 이바지함으로써 ‘신뢰받는 국민기업 실현’을 달성하기 위하여 개정함	개정 (2004.12)
고속도로공사 전문시방서	• 2차 개정 이후 기술발전과 축적된 건설기술 노하우를 반영하기 위하여 개정함	개정 (2009.7)
고속도로공사 전문시방서	• 도로건설현장에 발전된 기술을 신속히 적용하기 위해 그간의 많은 연구성과와 축적된 건설기술 노하우를 반영하여 개정함	개정 (2012.10)
EXCS 14 20 53 :2018	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2018.6)

제 정 : 2018년 6월 19일	개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회	자 문 검 토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소 관 부 서 : 국토교통부 도로정책과	
관련단체 (작성기관) : 한국도로공사 (도로교통연구원)	

목 차

1. 일반	1
1.1 적용 범위	1
1.2 참고 기준	1
1.3 용어의 정의	1
1.4 제출물	1
1.5 품질보증	3
1.6 자재의 운반, 보관, 취급	3
1.7 환경요구사항	3
2. 자재	4
2.1 시멘트 및 골재	4
2.2 PS 강재	4
2.3 PSC 그라우트	11
2.4 PSC 부속재료	11
2.5 장비	13
2.6 부속재료	13
2.7 자재 품질관리	13
3. 시공	14
3.1 시공일반	14
3.2 긴장재의 배치	14
3.3 거푸집 및 동바리	15
3.4 프리스트레싱	16
3.5 콘크리트 타설	18
3.6 양생	18
3.7 PSC 그라우트	19
3.8 시공허용오차	20
3.9 현장 품질관리	21

프리스트레스트 콘크리트

1. 일반

1.1 적용 범위

- (1) 프리스트레스트 콘크리트의 적용 범위는 KCS 14 20 53 (1.1)에 따른다.

1.2 참고 기준

- (1) EXCS 24 10 05 교량공사 일반
- (2) EXCS 14 20 10 일반콘크리트
- (3) EXCS 14 20 80 조적 및 주입용 모르타르
- (4) EXCS 14 20 11 철근공사
- (5) KS D 3505 PC 강 봉
- (6) KS D 7002 PC 강선 및 PC 강연선
- (7) KS F 2426 주입 모르타르의 압축 강도 시험 방법
- (8) KS F 2432 주입모르타르의 컨시스턴시 시험방법
- (9) KS F 2433 주입모르타르의 블리딩률 및 팽창률 시험 방법
- (10) KS F 2527 콘크리트용 골재
- (11) KS F 4009 레디믹스트 콘크리트
- (12) KS L 5201 포틀랜드 시멘트
- (13) KCS 14 20 53 프리스트레스트 콘크리트
- (14) KS D 3509 피아노 선재
- (15) KS D 3514 와이어 로프

1.3 용어의 정의

- (1) 프리스트레스트 콘크리트 용어의 정의는 KCS 14 20 53 (1.5)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.

- (2) PSC그라우트(prestressed concrete grout)

① 프리스트레스트 콘크리트에서 PS 강재의 인장 후에 덱트 내부를 충전시키기 위한 주입재

1.4 제출물

- (1) 수급인은 공사 착수 전에 다음 사항을 준비하여 공사감독자에게 제출하여야 한다.

- ① 설계도서 검토 의견서
- ② 시공 계획서

- ③ 품질관리 계획서
- ④ 공정관리 계획서
- ⑤ 안전관리 계획서
- ⑥ 자재, 장비관리 계획서
- ⑦ 하도급 회사 선정 계획서
- ⑧ 관련도로 또는 하천의 장래계획 및 관련기관의 시공허가서
- ⑨ 인원 조직 기구표
- ⑩ 지하매설물 확인사항

(2) 제작장 설치 계획서

(3) 시공계획서

- ① 수급인은 다음 각 호의 사항을 포함한 시공계획서를 공사감독자에게 제출하여야 한다.

가. KCS 14 20 53 (1.6(1))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.

나. 콘크리트 타설 계획

다. 콘크리트 양생시설, 방법

라. 운반 및 가설방법

(4) 시공상세도면

- ① 시공상세도면은 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

가. KCS 14 20 53 (1.6(2))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.

나. 재료수량표, 설치도 및 다른 공사와의 연관도

다. 프리스트레싱하는 부재에 작용하는 하중, 힘 및 응력계산서 등

라. 덕트의 위치, 철근과 PS 강재 크기와 간격, 단위 무게, 프리스트레싱 순서, 최초 인장하중

마. 마찰과 탄성수축으로 인한 손실, PS 강재의 늘어남, 정착장치의 미끄러짐으로 인한 손실, 결합과 그라우팅 절차, 풀림(annealing) 철강배치, 캠버, 간격, 부재의 치수

(5) 제품자료

- ① 제품자료는 다음 각 호의 사항을 포함하여 작성하여야 한다.

가. 덕트의 생산가능 규격, 전단강도, 이음방법, 방수능력, 전기에 대한 저항성 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

나. PS 강재의 긴장할 때의 극한항복강도 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

다. 정착장치 및 접속장치의 정착성능 등 제반사항과 제조업체의 생산현황, 기술자료, 사용지침서, 사용실적 등

(6) 품질보증서

- ① PS 강재에 대한 제조업체의 보증서는 제품반입을 할 때마다 제출

- ② 유압잭의 교정 확인서

- ③ 강재의 물리적 특성, 화학적 특성, 탄성계수를 포함한 응력-변형률 시험특성, 최소 극한 인장강도, 항복강도 등의 시험성적서

(7) 공급원 승인 요청서류

- ① EXCS 10 10 10 (1.10)에 따라 해당 공사의 공사계획에 맞추어 공급원 승인 요청서류를 작

성하여 제출하여야 한다.

1.5 품질보증

1.5.1 PSC 구조물 제작 회사

- (1) 프리스트레싱 작업을 시행하는 회사는 현재의 계약과 유사한 작업을 시행한 경험이 있는 회사이어야 하며 공사감독자의 승인을 받아야 한다.

1.5.2 PS 숙련공

- (1) PS 숙련공은 PS 작업에 대하여 경험이 많고 숙련된 기술자로 모든 기기를 조작할 수 있고 공사감독자가 요구할 때 경력을 증명할 수 있어야 한다.

1.6 자재의 운반, 보관, 취급

- (1) PS 강재 및 PS 정착장치는 공장에서 운반할 때 규격별, 종류별로 구분하고 표식을 부착하여 현장에 반입하여야 한다.
- (2) PS 강재를 운반할 때에는 물리적인 손상이나 부식을 방지할 수 있도록 컨테이너나 박스 속에 넣어서 운반하여야 한다.
- (3) 운반이나 저장하는 동안 부식을 방지하기 위하여 부식방지용 수용성오일을 바를 수 있다. 부식방지용 수용성오일은 강재, 콘크리트, 콘크리트와 강재의 결합에 해가 없는 제품이어야 한다.
- (4) 수급인은 표식이 불명확한 제품을 현장에 반입해서는 안 된다.
- (5) PS 강재와 정착장치를 보관할 때에는 로트번호를 부여하여 쉽게 판별할 수 있도록 꼬리표를 붙여야 한다.
- (6) PS 강재를 보관할 때에는 보관된 물품명과 취급할 때 유의사항 등을 표시해 놓아야 한다.
- (7) PS 강재는 직접 지상에 놓지 않아야 한다.
- (8) PS 강재와 덕트는 창고 내에 보관한다. 창고에 보관할 수 없는 경우에는 적절한 방법으로 덮어서 보관하며, 유해한 기름, 염분, 먼지 등이 부착되지 않도록 하고 유해한 부식, 흙, 변형, 물리적 손상 등이 생기지 않도록 하여야 한다.
- (9) 정착장치와 접속장치는 창고 내에 보관하되 나사부가 부식되지 않도록 하고, 콘크리트와의 접촉부분에는 기름, 먼지 등이 부착되지 않도록 하여야 한다.
- (10) 접착제는 재료분리, 변질, 먼지 등의 불순물이 혼입되지 않도록 보관하여야 한다. 보관 기간이 오래된 것은 사용 전에 시험하여 그 품질의 이상 유무를 확인하여야 한다.
- (11) 골재는 표면건조 포화상태로 골재분리가 되지 않도록 보관하며 겨울에는 빙설의 혼입 또는 동결을 방지하고 여름에는 골재의 건조나 온도상승을 막는 시설을 하여 보관하여야 한다.

1.7 환경요구사항

- (1) 수급인은 서중이나 한중에 그라우트 주입을 시공할 수 없다. 다만, 공사감독자가 승인한 경우에는 전문기술자의 검토를 거쳐서 시행할 수 있다.
- (2) 한중에 그라우트 주입할 때에는 덕트 주위의 온도가 5℃ 이상 유지되어야 하고 주입할 때에는

그라우트 재료 온도는 10 ~ 20 ℃ 이상을 유지하여야 하며, 주입 후 최소 5일 동안은 5 ℃ 이상 유지되도록 관리하여야 한다.

- (3) 서중에서 시공하는 경우에는 그라우트의 온도상승, 그라우트의 급격한 경화 등이 생기지 않도록 하여야 한다.

2. 자재

2.1 시멘트 및 골재

- (1) 시멘트의 자재는 EXCS 44 55 05 (2. 자재)에 따른다.
- (2) 굵은 골재의 최대 치수는 KCS 14 20 53 (2.1.1(2))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (3) 굵은 골재 최대 치수는 보통의 경우 25 mm 를 표준으로 한다. 그러나 부재치수, 철근간격, 펌프압송 등의 현장사정에 따라 19 mm 를 사용할 수도 있다.
- (4) 잔골재의 입도범위는 다음 표 2.1-1과 같다.

표 2.1-1 잔골재 입도범위

체 규 격	10 mm	5 mm	2.5 mm	1.2 mm	0.6 mm	0.3 mm	0.15 mm
통과백분율(%)	100	95 ~ 100	80 ~ 100	50 ~ 85	25 ~ 60	10 ~ 30	2 ~ 10

- (5) 굵은 골재 입도범위는 KS F 2527 콘크리트용 골재 표-3에서 정한 [콘크리트용 굵은 골재 57]에 적합하여야 한다.

2.2 PS 강재

2.2.1 PS 강재 일반

- (1) PS 강재는 KCS 14 20 53 (2.1.2)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) PS 강재는 깨끗하여야 하며 유해한 녹, 더러움, 흠 등이 없는 것이어야 한다.

2.2.1 PS 강선 및 강연선

- (1) PS 강선에는 원형과 이형이 있으며, PS 강연선에는 2연선, 3연선, 7연선 및 19연선이 있다. PS 강선 및 PS 강연선은 KS D 7002의 규정에 적합한 것이어야 한다.

① 종류

가. PS 강선 및 PS 강연선의 종류 및 기호, 호칭은 표 2.2-1, 표 2.2-2와 같다.

표 2.2-1 종류 및 기호

종 류			기 호	단 면
PS 강 선	원형선	A 종	SWPC1AN, SWPC1AL	○
		B 종	SWPC1BN, SWPC1BL	○
	이 형 선		SWPD1N, SWPD1L	O
PS 강연선	2 연 선		SWPC2N, SWPC2L	○○
	이 형 3 연 선		SWPD3N, SWPD3L	○○○
	7 연선	A 종	SWPC7AN, SWPC7AL	○○○ ○○○
		B 종	SWPC7BN, SWPC7BL	○○○ ○○○
		C 종	SWPC7CL	○○○ ○○○
		D 종	SWPC7DL	○○○ ○○○
	19 연 선		SWPC19N, SWPC19L	○○○○○ ○○○○○ ○○○○○ ○○○○○

- 비고 1. 원형선 B종은 A종보다 인장강도가 100 MPa 높은 종류를 나타낸다.
 2. 7연선 A종은 인장강도 1720 MPa, B종은 1860 MPa, C종은 2160 MPa, D종은 2400 MPa를 나타낸다.
 3. 릴렉сей션규격 값에 따라 보통선은 N, 낮은선은 L의 기호를 끝에 붙인다.
 4. 19연선에서 단면이 28.6 mm 인 것은 실형이나 워링톤형으로 하고, 그 외의 19연선 단면은 실형으로 한다. 실형, 워링톤형은 KS D 3514에 따른다.

표 2.2-2 호칭

기 호	호 칭
SWPC1AN SWPC1AL SWPC1BN SWPC1BL SWPD1N SWPD1L	(2.9 mm), (3.5 mm), (4 mm), (4.5 mm), 5 mm, (6 mm), 7 mm, 8 mm, 9 mm
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선
SWPD3N SWPD3L	2.9 mm 3연선
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm), (7연선 7.9 mm), 7연선 9.3 mm, 7연선 10.8 mm, 7연선 12.4 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm, 7연선 11.1 mm, 7연선 12.7 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC7CL	7연선 12.7 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC7DL	7연선 12.7 mm, 7연선 15.2 mm
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8 mm, 19연선 19.3 mm, 19연선 20.3 mm, 19연선 21.8 mm 19연선 28.6 mm

비고 : ()를 붙인 호칭의 선 및 연선은 사용하지 않는 것이 좋다.

② 치수 및 허용차

가. PS 강선 및 PS 강연선의 표준지름과 각각에 대한 허용차, 공칭단면적 및 단위무게는 표 2.2-3 및 표 2.2-4에 따른다. 이형선의 공칭지름은 SWPC1AN, SWPCAL, SWPC1BN, SWPC1BL의 표준지름을 적용하고, 그 허용차는 규정하지 않는다. 또한, 이형3연선의 바탕선의 표준지름은 2연선의 경우와 같은 것으로 하고, 그 허용차는 규정하지 않는다. 연선의 꼬는 길이는 연선의 각부에서 일정하고, 2연선 및 이형 3연선에서는 표 2.2-3의 2연선의 표준지름의 24 ~ 32배, 7연선 및 19연선에서는 표 2.2-3의 각각의 표준지름의 12 ~ 18배이어야 한다.

표 2.2-3 치수 및 허용차

기 호	호 칭	표준지름 (mm)	허용차 (mm)	심선 지름과 축선 지름의 차 (mm)
SWPC1AN SWPC1AL SWPC1BN SWPC1BL	(2.9 mm)	2.90	± 0.03	-
	(3.5 mm)	3.50	± 0.04	-
	(4 mm)	4.00	± 0.04	-
	(4.5 mm)	4.50	± 0.05	-
	5 mm	5.00	± 0.05	-
	(6 mm)	6.00	± 0.05	-
	7 mm	7.00	± 0.05	-
	8 mm	8.00	± 0.06	-
	9 mm	9.00	± 0.06	-
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선	2.90	± 0.03	-
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm)	6.2	+ 0.4 - 0.2	0.03 이상
	(7연선 7.9 mm)	7.9	+ 0.4 - 0.2	0.04 이상
	7연선 9.3 mm	9.3	+ 0.4 - 0.2	0.05 이상
	7연선 10.8 mm	10.8	+ 0.4 - 0.2	0.07 이상
	7연선 12.4 mm	12.4	+ 0.4 - 0.2	0.08 이상
	7연선 15.2 mm	15.2	+ 0.4 - 0.2	0.08 이상
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm	9.5	+ 0.4 - 0.2	0.05 이상
	7연선 11.1 mm	11.1	+ 0.4 - 0.2	0.07 이상
	7연선 12.7 mm	12.7	+ 0.4 - 0.2	0.08 이상
	7연선 15.2 mm	15.2	+ 0.4 - 0.2	0.08 이상
SWPC7CL SWPC7DL	7연선 12.7 mm	12.7	+ 0.4 - 0.2	0.08 이상
	7연선 15.2 mm	15.2	+ 0.4 - 0.2	0.08 이상
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8 mm	17.8	+ 0.6 - 0.25	-
	19연선 19.3 mm	19.3	+ 0.6 - 0.25	-
	19연선 20.3 mm	20.3	+ 0.6 - 0.25	-
	19연선 21.8 mm	21.8	+ 0.6 - 0.25	-
	19연선 28.6 mm	28.6	+ 0.6 - 0.25	-

비고 : 7연선 및 19연선의 표준지름은 연선의 외접원의 지름으로 한다.

표 2.2-4 공칭단면적 및 단위무게

기 호	호 칭	공칭단면적 (mm ²)	단위무게 (kg/km)
SWPC1AN SWPC1AL SWPC1BN SWPC1BL SWPD1N SWPD1L	(2.9 mm)	6.605	51.8
	(3.5 mm)	9.621	75.5
	(4 mm)	12.57	98.7
	(4.5 mm)	15.90	125
	5 mm	19.64	154
	(6 mm)	28.27	222
	7 mm	38.48	302
	8 mm	50.27	395
	9 mm	63.62	499
SWPC2N SWPC2L	2.9 mm 2연선	13.21	104
SWPD3N SWPD3L	2.9 mm 3연선	19.82	156
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 6.2 mm)	23.23	182
	(7연선 7.9 mm)	37.42	293
	7연선 9.3 mm	51.61	405
	7연선 10.8 mm	69.68	546
	7연선 12.4 mm	92.90	729
	7연선 15.2 mm	138.7	1,101
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm	54.84	432
	7연선 11.1 mm	74.19	580
	7연선 12.7 mm	98.71	774
	7연선 15.2 mm	138.7	1,101
SWPC7CL SWPC7DL	7연선 12.7 mm	98.71	774
	7연선 15.2 mm	138.7	1,101
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8 mm	208.4	1,652
	19연선 19.3 mm	243.7	1,931
	19연선 20.3 mm	270.9	2,149
	19연선 21.8 mm	312.9	2,482
	19연선 28.6 mm	532.4	4,229

③ 품질기준

가. PS 강선 및 PS 강연선의 품질은 다음 기준에 합격하여야 한다.

(가) PS 강선 및 PS 강연선에는 해로운 흠이나 결함이 없어야 하며, 표면에 유류 및 기타 잡물이 부착되어서는 안된다. 다만, 점식되지 않을 정도의 표면 녹은 무방하다.

(나) PS 강연선은 바인드없이 절단했을 때, 흐트러져서는 안된다.

(다) 이형선은 거의 둥근단면을 가지고 일정한 돌기 또는 오목자국을 연속 또는 일정 간격으로 낸 것으로 한다.

(라) PS 강선 및 PS 강연선의 기계적 성질은 표 2.2-5에 따른다.

④ 시험편 채취 및 시험방법

가. PS 강선 및 PS 강연선의 시험편 채취 및 시험은 KS D 7002에 따른다.

표 2.2-5 기 계 적 성 질(2011 기준)

기 호	호 칭	0.2 % 영구 연신율에 대한 하중, kN	인장하중, kN	연신율 %	릴렉세이션값 %	
					N	L
SWPC1AN SWPC1AL SWPD1N SWPD1L	(2.9 mm)	11.3 이상	12.7 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(3.5 mm)	14.2 이상	16.2 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(4 mm)	18.6 이상	21.1 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(4.5 mm)	22.6 이상	25.5 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	5 mm	27.9 이상	31.9 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(6 mm)	38.7 이상	44.1 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7 mm	51.0 이상	58.3 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	8 mm	64.2 이상	74.0 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC1BN SWPC1BL	9 mm	78.0 이상	90.2 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	5 mm	29.9 이상	33.8 이상	4.0 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7 mm	54.9 이상	62.3 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC2N SWPC2L	8 mm	69.1 이상	78.9 이상	4.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	2.9 mm 2연선	22.6 이상	25.5 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPD3N SWPD3L	2.9 mm 3연선	33.8 이상	38.2 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	(7연선 6.2 mm)	33.8 이상	40.2 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC7AN SWPC7AL	(7연선 7.9 mm)	54.9 이상	64.7 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 9.3 mm	75.5 이상	88.8 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 10.8 mm	102 이상	120 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 12.4 mm	136 이상	160 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	204 이상	240 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC7BN SWPC7BL	7연선 9.5 mm	86.8 이상	102 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 11.1 mm	118 이상	138 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 12.7 mm	156 이상	183 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	222 이상	261 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
SWPC7CL	7연선 12.7 mm	182 이상	214 이상	3.5 이상	-	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	255 이상	300 이상	3.5 이상	-	2.5 이하
SWPC7DL	7연선 12.7 mm	202 이상	237 이상	3.5 이상	-	2.5 이하
	7연선 15.2 mm	283 이상	333 이상	3.5 이상	-	2.5 이하
SWPC19N SWPC19L	19연선 17.8mm	330 이상	387 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 19.3 mm	387 이상	451 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 20.3 mm	422 이상	495 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 21.8 mm	495 이상	573 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하
	19연선 28.6 mm	807 이상	949 이상	3.5 이상	8.0 이하	2.5 이하

2.2.2 PS 강봉

(1) PS 강봉에는 원형강봉과 이형강봉이 있다. PS 강봉은 KS D 3505의 규정에 적합한 것이어야 한다.

① 종류

가. PS 강봉의 종류, 기호 및 호칭은 표 2.2-6과 같다.

② PS 강봉의 치수 및 허용오차

가. PS 강봉의 표준지름, 그 허용차 및 공칭단면적은 표 2.2-7, 표 2.2-8과 같다.

표 2.2-6 기호 및 호칭

종 류			기 호	호 칭
원형강봉	A종	2호	SBPR 785/1030	9.2 mm 11 mm 13 mm (15 mm) 17 mm (19 mm) (21 mm) 23 mm 26 mm (29 mm) 32 mm 36 mm 40 mm
	B종	1호	SBPR 930/1080	
		2호	SBPR 930/1180	
	C종	1호	SBPR 1080/1230	
이형강봉	B종	1호	SBPD 930/1080	7.4 mm 9.2 mm 11 mm 13 mm
	C종	1호	SBPD 1080/1230	
	D종	1호	SBPD 1275/1420	

비고 : () 안에 있는 호칭명의 강봉은 사용하지 않는 것이 좋다.

표 2.2-7 원형 PS 강봉의 표준지름, 허용차 및 공칭단면적

호 칭	표준지름 (mm)	허용차 (mm)	공칭단면적 (mm ²)
9.2 mm	9.2	- 0.2, +측은 규정하지 않음	66.48
11 mm	11.0		95.03
13 mm	13.0		132.7
(15 mm)	15.0		176.7
17 mm	17.0		227.0
(19 mm)	19.0		283.5
(21 mm)	21.0	- 0.6, +측은 규정하지 않음	346.4
23 mm	23.0		415.5
26 mm	26.0		530.9
(29 mm)	29.0		660.5
32 mm	32.0		804.2
36 mm	36.0		1018.0
40 mm	40.0		1257.0

표 2.2-8 이형 PS 강봉의 공칭지름 및 공칭단면적

호 칭	공 칭 지 림 (mm)	공칭단면적 (mm ²)
7.4 mm	7.4	40.0
9.2 mm	9.2	64.0
11 mm	11.0	90.0
13 mm	13.0	125.0

③ 품질기준

가. PS 강봉의 화학성분은 해당 KS 규격에 따른다.

나. PS 강봉의 기계적 성질은 표 2.2-9에 따른다.

표 2.2-9 PS 강봉의 기계적 성질

기 호	인 장 시 험			릴렉세이션시험
	0.2 % 항복강도 MPa	인장강도 MPa	연신율 (%)	릴렉세이션값 (%)
SBPR 785/1030	785 이상	1030 이상	5 이상	4.0 이하
SBPR 930/1080	930 이상	1080 이상	5 이상	4.0 이하
SBPR 930/1180	930 이상	1230 이상	5 이상	4.0 이하
SBPD 1080/1230	1080 이상	1230 이상	5 이상	4.0 이하
SBPD 930/1080	930 이상	1080 이상	5 이상	1.5 이하
SBPD 1080/1230	1080 이상	1230 이상	5 이상	1.5 이하
SBPD 1275/1420	127 이상	1275 이상	5 이상	1.5 이하

비고 : 내력은 0.2 % 영구 연신율에 대한 응력을 말한다.

④ 시험편 채취 및 시험방법

가. PS 강봉의 시험편 채취 및 시험은 KS D 3505에 따른다.

2.3 PSC 그라우트

(1) PSC 그라우트는 KCS 14 20 53 (2.1.3)에 따른다.

2.4 PSC 부속재료

2.4.1 정착장치 및 접속장치

(1) 정착장치 및 접속장치는 KCS 14 20 53 (2.1.4(1), (3))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.

(2) PS 강재의 정착장치 및 접속장치는 공사감독자의 승인을 받은 것으로서 영구적이어야 하며 PS 강재를 단단히 정착시킬 수 있는 제품이어야 한다.

(3) 정착장치로부터 하중이 콘크리트로 효과적으로 분배되도록 승인된 장치이어야 하며, 다음 각 호의 요구사항을 만족하여야 한다.

① 앵커 플레이트나 부속품 바로 밑에 있는 콘크리트에 작용하는 최종 단위 압축응력은 사용 콘크리트의 허용압축응력을 넘지 않아야 한다.

- ② 프리스트레싱 작업으로 인해 앵커 플레이트나 부속품에 발생하는 휨응력은 그 재료의 항복점을 초과하지 않아야 하며, 공사감독자가 승인한 긴장재 인장강도의 95 %를 적용했을 때 앵커플레이트에 눈에 띄는 비틀림이 있어서는 안 된다.
- ③ 포스트텐션 정착장치의 조립부품 끝을 콘크리트로 피복하지 않을 경우 설계도서에 별도로 규정되어 있지 않는 한 PS 강선의 끝과 정착장치의 모든 부분이 부재의 단부에서 부재 내측으로 최소 50 mm 이상 들어가도록 묻어 넣어야 하며 프리스트레스 도입 후 끝 부분을 그라우트로 채워 매끈하게 하여야 한다.

2.4.2 덕트

- (1) 덕트의 재질은 설계도서에서 제시한 기준에 만족하여야 한다.
- (2) 덕트는 콘크리트를 칠 때 쉽게 변형되지 않아야 한다.
- (3) 덕트는 시멘트풀이나 콘크리트 혼합물에 함유되어 있는 물이 유입되는 것을 막을 수 있어야 한다.
- (4) 이음부는 용접 또는 연결 이음장치로 조립할 수 있어야 한다.
- (5) 덕트는 콘크리트에 해를 끼치거나 전기적인 활동을 발생시켜서는 안 된다.
- (6) 수급인은 그라우팅과 관련한 다음 각 호의 사항을 보증하여야 한다.
 - ① PS 스트랜드나 PS 강봉을 사용할 때 덕트의 내경은 적어도 PS 스트랜드나 PS 강봉의 직경보다 6.35 mm (1/4 in.) 이상 더 커야 한다.
 - ② 덕트의 낮은 곳에 배수구멍이 있어야 한다.

2.4.3 PSC 앵커 및 부속물

- (1) PSC 앵커 및 부속물은 부식에 대한 방지대책이 수립되어야 한다.
- (2) 수급인은 PSC 앵커 및 부속물을 사용할 때 콘크리트 삼입물과 시공의 잘못으로 발생하는 손상에 대하여 책임을 져야 한다.
- (3) 덕트는 긴장재를 녹슬지 않게 하고 콘크리트에 해를 주지 않으며, 프리스트레스 도입시에 긴장재와 콘크리트 사이를 부착시키지 않는 것이어야 한다.
- (4) 마찰감소제는 긴장재, 덕트 및 콘크리트에 유해한 영향을 주지 않는 것이어야 한다.

2.4.4 기타재료

- (1) 기타재료는 KCS 14 20 53 (2.1.4(11), (12))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 덕트를 씻기 위한 물은 생석회(산화칼슘)나 소석회(수산화칼슘)를 물 1 ℓ 당 12 g 을 함유하고 있어야 하며, 덕트에 붙어 넣을 압축공기는 유분이 있어서는 안 된다.

2.4.5 철근

- (1) EXCS 14 20 11 (2. 자재)에 따른다.

2.5 장비

2.5.1 프리스트레싱 장비

- (1) 응력도입에 사용되는 유압잭에는 잭킹 압력을 측정할 수 있는 장비압력 게이지나 로드셀 등을 갖추어야 한다.
- (2) 유압장치는 공인시험기관으로부터의 성능검사를 받고 유효기간이 지나지 않은 장비이어야 한다.
- (3) 압력게이지를 사용하는 경우 압력게이지에는 최소직경이 150 mm 이상인 다이얼 게이지가 부착되어 있어야 하며, 각 잭의 게이지에는 예상되는 최종 잭킹 압력의 위치까지 교정한 도표가 첨부되어야 한다.
- (4) 로드셀을 사용하는 경우에는 잭의 인장력을 측정할 수 있는 응력 지시기가 부착되어 있어야 하며, 사용 전에 미리 교정하여야 한다. 인장력이 로드셀 측정용량의 10 % 이하로 되는 경우에는 그 로드셀을 사용하여서는 안 된다.
- (5) 프리스트레싱 작업 중 그립(grip)의 미끄러짐에 의한 사고나, PS 강선의 파단에 의한 사고를 방지할 수 있는 안전대책을 세워야 한다.

2.5.2 PSC 그라우트 믹서(mixer)

- (1) PSC 그라우트 믹서는 5분 이내에 완전히 혼합할 수 있고, 주입이 끝날 때까지 천천히 교반할 수 있는 장비이어야 한다.
- (2) PSC 그라우트 믹서는 혼합조와 주입조가 분리되어 있어 연속작업이 가능하여야 한다.

2.5.3 그라우트 장비

- (1) 그라우트 장비는 눈금의 간격이 2.0 MPa 이하로 표시되어 있는 압력게이지가 부착된 것이어야 하며, 1.5 MPa 이상의 펌핑압력을 낼 수 있는 청소용 장비를 갖추고 있어야 한다.

2.6 부속재료

2.6.1 그라우팅 주입파이프

- (1) 그라우팅 주입파이프에는 기계식 차단밸브가 있어야 하며 중간의 구멍 및 배출 파이프에는 밸브, 캡 또는 기타 펌핑압력을 지탱할 수 있는 장치가 있어야 한다.

2.7 자재 품질관리

2.7.1 자재 품질관리는 KCS 14 20 53 (2.3)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.

2.7.2 PS 재료의 샘플링

- (1) 현장으로 운반되는 모든 강선, 강연선, 정착장치, 강봉에는 로트번호를 부여하여 쉽게 판별할 수 있도록 꼬리표를 붙여야 한다.

- (2) 제출된 모든 샘플은 공급되는 로트를 대표하는 것이어야 하며 강선과 강연선의 경우 같은 로트에서 채취하여야 한다.
- (3) 시험용 재료는 수급인 부담으로 제공하여야 하며 사용 전에 시험이 완료될 수 있도록 미리 제공하여야 한다.
- (4) 수급인은 재료의 판매자로 하여금 각 로트에서 샘플링한 다음의 시료를 제공하도록 하여야 하며, 공사감독자는 필요에 따라 시험재료의 샘플링을 제조공장에서 직접할 수 있다.

3. 시공

3.1 시공일반

- (1) 이 코드에서 언급되지 않는 사항에 대하여는 KCS 14 20 53 (3. 시공)에 따른다.
- (2) 수급인은 프리스트레스 도입 작업을 시행하기 전에 사용장비, 재료, 시공방법 등에 대한 제반의 상세한 내용을 제출하여 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (3) 프리스트레스 도입방법을 이행하는데 있어 필요한 자재의 설치, 프리스트레스 도입장비 사용을 주관하여 지도를 할 수 있는 유능한 기술자를 확보하여야 한다.
- (4) PSC 구조물의 콘크리트 및 철근은 EXCS 14 20 10 및 EXCS 14 20 11에 맞도록 시공하여야 하며, 필요시 수급인은 구조검토 및 시공상세도를 작성하여 공사감독자의 승인을 받은 후 변경하여 시행할 수 있다.
- (5) PSC 자재를 원설계와 다르게 사용할 경우 필요한 구조검토 및 도서를 작성하여 공사감독자의 승인을 받아 변경할 수 있다.
- (6) 수급인은 PSC 구조물의 시공 전에 인장계획서 등 시공계획서를 제출하여야 한다.
- (7) PS 강재에 녹이 발생한 경우 별도의 인장시험을 한 후 공사감독자의 사용승인을 받아야 한다.

3.2 긴장재의 배치

3.2.1 긴장재의 가공 및 조립은 KCS 14 20 53 (3.2.1)에 따른다.

3.2.2 덕트 및 긴장재의 배치

- (1) 덕트 및 긴장재의 배치는 KCS 14 20 53 (3.2.2(1) ~ (3))을 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 덕트는 용접하거나 또는 연결 이음장치로 조립하여야 한다. 연결 이음장치는 도금할 필요가 없으며 배치된 원상태를 그대로 유지할 수 있어야 한다. 덕트 단면 사이의 이음은 이음부에서 굴곡에 의한 변형이 생기지 않도록 금속연결을 하며 방수테이프로 밀봉하여야 한다.
- (3) 손상된 덕트나 내면에 녹이 심하게 발생한 덕트는 사용해서는 안 된다.
- (4) 덕트의 이음은 콘크리트를 칠 때 시멘트풀 등이 들어가지 않도록 견고하게 시공되어야 한다.

- (5) 포스트텐션 부재에 PS 강재를 삽입한 후 장기간 동안 인장과 그라우팅 작업을 하지 못할 경우에는 PS 강재에 녹이 발생하지 않도록 조치하여야 한다.
- (6) 덕트 및 긴장재의 배치가 끝난 후 반드시 공사감독자의 확인을 받아야 한다.

3.2.3 정착장치 및 접속장치의 조립과 배치

- (1) 정착장치 및 접속장치의 조립과 배치는 KCS 14 20 53 (3.2.3(1), (2))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 긴장재를 연결하는 접속장치는 긴장재에 인장력을 줄 때 인장측으로 이동할 수 있도록 하여야 한다.
- (3) 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 공사감독자의 확인을 받아야 한다.
- (4) 수급인은 정착장치 설치 전 설계도서에서 명시된 지압판의 면적, 콘크리트 강도, 철근배근 상세 등과 제품의 상세제원을 반드시 비교검토 하여야 한다.
- (5) 정착장치 지압판의 크기가 설계도서에서 명시된 규격과 상이한 경우 정착장치의 시험 보고서를 제출하고 공사감독자의 승인을 득한 후 규격을 변경할 수 있다.

3.2.4 정착장치 및 부재 끝단면의 보호

- (1) 프리텐션방식의 부재는 프리스트레스를 준 후 부재 끝단면의 긴장재를 가지런하게 끊고 긴장재가 부식되지 않도록 보호하여야 한다.
- (2) 포스트텐션 방식의 부재는 정착장치 및 부재 끝단면이 파손 또는 부식되지 않도록 보호하여야 한다.
- (3) 정착구 양쪽에 빼놓은 PS 강선을 타고 덕트 내부로 빗물 등이 들어가지 않도록 비닐 등으로 덮개를 씌워야 한다.

3.3 거푸집 및 동바리

- (1) 거푸집 및 동바리는 KCS 14 20 53 (3.3)에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 동바리는 프리스트레싱에 의한 콘크리트 부재의 변형 및 반력의 이동을 저해하지 않는 구조이어야 하며, 프리스트레싱이 끝난 후 부재의 자중이 설계에서 계산한 상태로 지지될 수 있도록 제작되어야 한다.
- (3) 거푸집을 조립하기 전에 철근 조립상태, 덕트 선형 및 결속상태, 정착구 설치상태, 내부청소 등을 확인하여야 한다.
- (4) 프리스트레싱 중의 부재 변형에 저항하는 거푸집은 부재에 나쁜 영향을 주지 않는 범위에서 프리스트레싱 작업 전에 떼어내는 것이 좋다. 다만, 프리스트레싱에 의해 반력이 변화되는 부분을 지지하는 동바리나 거푸집은 해당 반력이 소멸될 때까지 제거하여서는 안 된다.
- (5) 덕트와 거푸집과의 접촉방지를 위해 사용되는 간격재는 승인된 모양과 치수의 프리캐스트 모르타르 블록이어야 하며, 덕트와 덕트 사이에는 모르타르 블록이나 기타 적절한 방법으로 간격을 유지하여야 한다. 다만, 목재로 된 간격재를 사용해서는 안 된다.
- (6) 거더의 측면 거푸집은 포스트텐서닝 전에 제거하여야 하며 상부구조를 지지하는 동바리는 그

라우트 후 최소한 48시간이 경과하지 않았거나 모든 조건이 만족된 후가 아니면 해체해서는 안 된다. 지지동바리는 상부구조의 동바리를 제거하는데 영향을 받지 않고 포스트텐션을 주는 동안 줄어들지 않도록 시공하여야 한다.

3.4 프리스트레싱

3.4.1 프리스트레싱 일반

- (1) 일반은 KCS 14 20 53 (3.5.1(1))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 프리텐션방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 고정장치에서의 활동(slip), 고온축진 양생을 하는 경우의 고온으로 인한 유해한 영향 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 프리스트레스를 줄 때는 고정장치를 서서히 풀어서 각 긴장재가 고르게 풀어지도록 하여야 한다.
- (3) 포스트텐션방식의 경우 긴장재에 주는 인장력은 마찰손실, 정착장치의 변형 또는 활동 등을 고려하여 소정의 값이 되도록 하여야 한다. 긴장재를 차례로 인장하는 경우에는 설계도서에 명기된 순서에 따라야 하며, 각 단계마다 콘크리트에 유해한 응력이 생기지 않도록 하여야 한다. 또한 이 경우에는 콘크리트의 탄성변형량에 의하여 각 긴장재에 주어지는 인장력이 변화하므로 이 영향력을 고려하여 인장력을 정하여야 한다.
- (4) 수급인은 프리스트레싱하기 전에 거푸집의 일부를 풀어서 프리스트레싱 중의 PSC 부재의 변형에 대한 구속을 작게 하여야 한다. 필요에 따라서는 프리스트레싱과 동시에 동바리의 일부를 침하시키는 조치를 취하여야 한다.
- (5) 긴장재를 인장하는 방향은 설계내용, 현장조건, 시공방법 등에 따라 결정하여야 하며, 일방향 인장을 할 때에는 프리스트레스가 균등하게 분포되도록 긴장재마다 인장하는 방향을 바꾸는 것을 원칙으로 한다. 단, 제작 및 가설 조건의 제약으로 인해 긴장재마다 인장방향을 바꾸는 것이 불가능한 경우에는 해석이나 실험을 통해 충분한 긴장력이 도입된 것을 확인한 후 긴장재의 인장방향을 한 방향에서 인장할 수 있다.
- (6) 프리스트레싱을 할 때에는 긴장재의 파단 또는 부재의 좌굴 등에 의한 안전사고 대책에 대해서 특히 유의하여야 한다.
- (7) 강연선(strand)은 생산제조회사로부터 규격별 시험성과표를 받아 이를 기준으로 프리스트레싱 관리를 하여야 한다.
- (8) 프리스트레싱 작업은 반드시 안전조치를 취하고 공사감독자 입회하에 실시하여야 하며 프리스트레싱 작업 후 인장력과 강재의 신장량 등 인장에 관한 기록을 공사감독자에게 제출하여야 한다.
- (9) 콘크리트의 압축강도가 설계에 규정된 응력 도입할 때의 압축강도에 도달하기 전까지는 현장 타설 콘크리트에 긴장력을 가해서는 안 된다.

3.4.2 프리스트레싱 장치의 교정(calibration)

- (1) 프리스트레싱 장치의 교정은 현장에 다이내모미터 또는 쌍침식(雙針式) 표준게이지를 준비해 두고, 프리스트레싱 장치를 사용하기 전에 실시하고 필요에 따라서 사용 중에도 실시하여 그 결과를 기록해 두어야 한다.

(2) 프리스트레싱 장치는 다음의 시기에 반드시 교정을 하여야 하며 그 결과를 공사감독자에게 보고하여야 한다. 현장에는 교정용 표준게이지 등을 비치하여야 한다.

- ① 최초의 프리스트레싱 직전
- ② 잭(jack) 또는 펌프수리 및 조합변경할 때
- ③ 압력계의 0점이 이동되었을 때
- ④ 약 50분의 긴장재를 인장한 후
- ⑤ 장기작업 중단 후 작업 재개시
- ⑥ 계산치와 측정치가 현저히 다를 때

3.4.3 프리스트레싱할 때의 콘크리트 압축강도

(1) 프리스트레싱할 때에 콘크리트의 압축강도는 KCS 14 20 53 (3.5.3)에 따른다.

3.4.4 초기재령에 프리스트레스를 주는 경우의 유의사항

- (1) 교량의 규모, 구조, 시공방법, 시공시기, 현장조건 등에 따라 초기재령의 콘크리트에 프리스트레스의 일부를 주는 경우에도 3.4.3항의 규정을 준수하도록 특히 유의하여야 한다.
- (2) 캔틸레버공법(free cantilever method)으로 시공하는 교량의 경우에는 콘크리트 강도가 비교적 낮은 시기에 프리스트레싱이 순차적으로 수행되기 때문에 매 단계별로 면밀히 검토하여야 한다.

3.4.5 프리스트레싱의 관리

- (1) 프리스트레싱의 관리는 KCS 14 20 53 (3.5.4(3) ~ (5))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 프리스트레싱의 관리는 하중계의 지시도와 긴장재의 늘임량에 의해 관리하여야 하고, 하중이 증가함에 따라 그의 관계가 직선으로 되어가는 것을 확인하여야 한다. 직선이 되지 않는 경우에는 프리스트레싱을 다시 하여야 하고, 다시 한 후에도 이상상태를 나타내는 경우에는 작업을 중지하고 그 원인을 확인하여야 한다.
- (3) 프리스트레싱의 관리에 있어서는 여러 가지 원인에 의한 변동을 고려하여, 긴장재 1개마다에 정해진 인장력이 주어지고 있는 것을 확인하여야 한다.
- (4) 프리스트레싱 작업은 설계도서대로 긴장을 하며, 긴장력 도입을 위해 사용되는 유압기는 긴장력 도입에 필요한 힘을 공급하고 지탱할 수 있어야 하고 긴장력을 측정하기 위한 압력계나 하중계를 장치한 것이어야 한다.
- (5) 프리스트레싱 작업은 프리스트레싱 관리도를 이용하여 실시하고 하중계의 인장력과 PS 강재의 늘임량 또는 빠짐량을 측정기록하여 직선으로 진행되는가를 확인하여야 한다.
- (6) 인장력과 늘임량 또는 빠짐량의 관계가 직선이 되지 않을 때는 즉시 작업을 중지하고 그 원인을 확인하여야 한다.
- (7) 설계상의 인장력 및 늘임량 또는 빠짐량 값과 실제 긴장 시의 값 차이, 즉 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차가 $\pm 5\%$ 이상의 편차를 보일 경우 즉시 작업을 중지하고 전문기술자의 자문을 받아 원인을 조사하고 대책을 강구하여야 한다.

- (8) 긴장 중 PS 강재의 파손 등이 발생하였을 시에는 전문기술자의 검토를 받아 대책을 수립하여야 한다.
- (9) 프리스트레싱 작업에 의한 PS 강선의 늘임량 또는 빠짐량을 확인할 수 있도록 잭을 정착구에 설치하기 전에 정착구 바로 뒷부분의 PS 강재에 지워지지 않는 페인트를 도색하여 표시하여야 한다.
- (10) 잭을 정착구에 설치한 후 매 10 MPa 압력마다 잭의 램(ram) 길이를 측정하여야 한다.
- (11) 잭의 압력 게이지는 검·교정공인기관에서 검사를 받은 후 사용한다.
- (12) 늘임량은 mm 단위로 측정이 되어야 하고, 이론적인 계산값과의 차이는 각각의 텐던에 대하여 $\pm 7\%$ 를 넘지 않아야 하며, 한 단면에 위치하는 전체 텐던에 대한 오차는 $\pm 5\%$ 를 넘지 않아야 한다.
- (13) 계약문서나 설계도서 등에 달리 명시되어 있지 않는 한, 긴장순서는 부재에 편심력을 최소화하는 방법으로 작업하여야 한다.

3.5 콘크리트 타설

- (1) 포스트텐션 부재의 거푸집은 부재의 수축에 대한 저항을 최소로 하는(수축할 때는 저항하지 않는) 구조로 하여야 한다.
- (2) 공사감독자가 거푸집, 철근, 마감, 덕트의 정착장치 및 강재의 배치, 내부 청소상태 등을 검사하고 승인하기 전에는 콘크리트 타설을 해서는 안 된다.
- (3) 콘크리트 타설 전 및 타설 중 감시인을 정하여 거푸집 및 동바리의 변형, 압축, 침하 등의 관측을 하도록 하여야 하며, 타설 전에 모든 덕트의 막힘 여부를 확인하여야 한다.
- (4) 타설시 바이브레이터를 이용하여 콘크리트가 철근과 철근사이, 덕트 둘레 거푸집 구석구석까지 채워지도록 다짐을 철저히 하며, 특히 포스트텐션 긴장재의 정착부는 철근 조립이 복잡하여 공동이 발생할 소지가 있으므로 다짐에 유의하여야 한다.
- (5) 무리한 다짐은 덕트의 손상 또는 철근의 위치변동의 소지가 있으므로 주의하여야 한다.
- (6) 시공이음부의 기온타설면은 콘크리트 타설 시작 2시간 전에 살수하여 습윤상태를 유지하여야 한다.

3.6 양생

- (1) 습윤양생 대신 증기양생을 사용할 수 있으며, 이 때 수급인은 양생시설, 방법 등 계획서를 공사감독자에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (2) 콘크리트를 친 후 2~3시간 경과 후에 증기를 가하기 시작하여야 하며 지연제를 사용했을 경우에는 4~6시간이 경과한 후 증기를 가하기 시작하여야 한다.
- (3) 증기가 콘크리트에 직접 닿지 않도록 하여야 하며, 상대습도는 100 %가 유지되어야 한다.
- (4) 온도상승 및 하강은 시간당 20 ℃를 넘지 않도록 한다.
- (5) 온도상승은 65 ℃ 될 때까지 하며 최고온도의 유지시간은 거푸집의 탈형 및 프리스트레스 도입시기, 사용시기 등을 고려하여 결정한다.

- (6) 온도하강을 할 때는 외기온도보다 10 ℃ 높은 온도까지 하강되게 한다.
- (7) 증기양생 후에도 타설 완료 후 최소한 7일간 적절한 습윤양생을 하여야 한다.
- (8) 콘크리트를 친 후 7일이 경과하기 전에는 빙점하의 기온에 노출시켜서는 안되며 적절한 덮개나 습윤양생을 하여 급격한 외부온도와 습도의 변화로부터 보호하여야 한다.
- (9) 증기양생 후 PS 강선 및 PS 강연선을 좌우단부에서 두드려 보아 덕트에 모르타르가 스며들었는지 확인하여야 한다.

3.7 PSC 그라우트

3.7.1 PSC 그라우트 일반

- (1) PSC 그라우트는 프리스트레싱이 끝난 후 다음의 제한시간 내에 그라우팅을 하여야 한다.
 - ① 부식억제제(corrosion inhibitor)를 사용하지 않은 경우
 - 가. 매우 습한 대기 또는 과다 함수비함유상태 (습도 70 % 초과) : 7일
 - 나. 적절한 습도함유 대기상태 (습도 40 % ~ 70 %) : 15일
 - 다. 매우 건조한 대기 상태 (습도 40 % 미만) : 20일
 - 라. 제작 및 현장 상황에 따라 부득이하게 상기 조건을 만족시키지 못하는 경우에는 덕트 안이나 강재에 직접 부식억제제 또는 부식방지제를 사용하여 녹과 다른 부식요소로부터 지속적으로 보호하여야 한다.
 - ② 부식억제제(corrosion inhibitor)를 사용한 경우
 - 가. 사용된 부식억제제의 특성과 성능에 따라 ①항의 제한시간보다 시간을 연장할 수 있다. 단, 사전에 전문기술자의 검토를 거쳐 공사감독자의 승인을 득하여야 한다.
- (2) 덕트는 그라우트 주입 전에 압축공기로 물을 흘러내어 깨끗이 씻어내 적서 놓아야 한다.
- (3) 덕트 내 PS 강재 사이의 공간을 그라우트로 채워 PS 강재를 콘크리트에 부착시킨다.
- (4) 그라우트의 적절한 혼합비를 결정하기 위해서는 점성도 시험, 팽창성시험, 불리딩시험 및 압축강도시험을 하여야 한다.

3.7.2 시공장비의 관리

- (1) 덕트는 깨끗하여야 하고 그라우팅 작업을 방해하거나 그라우트의 부착을 저해하는 유해 물질이 없어야 하며 모든 그라우트 혼합물은 그라우트 펌프에 넣기 전에 최대 1.2 mm 눈금의 체로 걸러야 한다.
- (2) 그라우팅 주입 파이프의 밸브와 캡은 그라우트가 경화할 때까지는 제거해서는 안 된다.
- (3) 강재는 콘크리트에 부착되어야 한다.

3.7.3 비비기 및 휘젓기

- (1) 비비기 및 휘젓기는 KCS 14 20 53 (3.6.3(2))에 따르되 아래의 사항을 추가하여 적용한다.
- (2) 비비기의 순서는 먼저 물을 믹서에 투입하고 이어 시멘트와 혼화제를 투입한다. 그라우트는 비비기가 잘 되고 균질의 그라우트를 생산할 수 있는 형태의 기계식 혼합장비로 혼합하여야 한다.

- (3) 물의 양은 시멘트 1포대(40 kg)당 18 ℓ를 넘지 않아야 한다. 또한 그라우트의 되비비기는 허용되지 않으며 펌프로 주입하기 전까지 계속 되섞어야 한다.

3.7.4 주입

- (1) 콘크리트 타설이 완료된 즉시 덕트 내의 모르타르가 굳기 전에 유분이 없는 압축공기를 덕트 내에 불어넣어 덕트 내의 모르타르를 제거하여야 하며, 콘크리트를 친 후 대략 24시간이 경과한 후 덕트 내부를 물로 청소하고 유분이 없는 압축공기로 청소한다.
- (2) PSC 박스거더의 내부 거푸집을 설치하기 전에 수급인은 공사감독자에게 모든 덕트가 막히지 않았음과 PS 강재를 배치한 경우라도 강재는 자유롭고 부착되지 않았음을 확인하여야 하며, 강재에 요구되는 인장력이 가해진 후에는 PS 강재를 싸고있는 덕트 내에 PS 강재가 부착되지 않았음을 확인하여야 한다. 또한 강재에 요구되는 인장력이 가해진 후 PS 강재를 싸고 있는 덕트 내에 유분이 없는 압축공기를 불어 넣어 청소를 하고 덕트의 낮은 쪽으로부터 그라우트 하여 완전히 채워야 한다.
- (3) 그라우트는 펌프로 덕트를 통해 채워 넣어 물, 슬래그 또는 공기가 출구로 나오지 않을 때까지 흘러버린다. 배출되는 그라우트의 유출시간은 11초 이상으로 한다. 그 후 모든 구멍 및 열려진 곳을 닫고 주입단에서의 그라우팅 압력이 최소한 0.7 MPa이 되도록 하여 최소 11초간 유지한다.
- (4) 시멘트 1포당 알루미늄 분말 혼화제 사용량은 그라우트의 온도가 21 ℃ 일 때는 0.13 kg, 4 ℃ 일 때는 0.2 kg이 되도록 온도에 대해 선형관계로 변화시킨다. 모든 성분을 첨가한 후 1배치를 3분간 혼합한다. 혼합이 완료된 배치는 45분 내에 주입하여야 한다.

3.7.5 한중 그라우트 시공

- (1) 한중 그라우트 시공은 KCS 14 20 53 (3.6.6)에 따른다.

3.7.6 서중 그라우트 시공

- (1) 서중 그라우트 시공은 KCS 14 20 53 (3.6.7)에 따른다.

3.8 시공허용오차

- (1) 철근배치에 관한 시공정밀도는 다음 표 3.8-1에 따른다.

표 3.8-1 철근배치에 관한 시공정밀도

항 목	시 공 정 밀 도
유효 높이	· 설계치수의 $\pm 3\%$ 또는 $\pm 30\text{ mm}$ 중에서 작은 값 · 다만, 최소피복두께는 확보하는 것으로 한다. · 바닥판의 경우 설계치수의 $\pm 10\text{ mm}$로 하고 소요 피복두께를 확보하여야 한다.

- (2) 프리텐션 부재에서의 PS 강재 배치할 때 및 포스트텐션 부재 덕트 및 정착장치 배치할 때의 시공정밀도는 다음 표 3.8-2에 따른다.

표 3.8-2 PS 강재의 시공정밀도

항 목		시공정밀도
PS 강재의 중심과 부재연과의 거리	주요한 설계단면의 양측 1/10 의 범위(1:지간)	설계치수의 $\pm 5\%$ 또는 $\pm 5\text{ mm}$ 중에서 작은 값
PS 강재의 중심과 부재연과의 거리	기타의 범위	설계치수의 $\pm 5\%$ 또는 $\pm 30\text{ mm}$ 중에서 작은 값. 다만, 최소 피복두께는 확보하는 것으로 한다.

주) 주요한 설계단면이란 단면력이 크고 지간중앙부근, 지점상 부근 등의 위치의 단면을 말한다.

3.8.3 부재치수

(1) 부재치수의 시공 정밀도는 다음 표 3.8-3에 따른다.

표 3.8-3 부재 시공 정밀도

항 목	시공정밀도
수직 및 수평부재의 길이	설계치수의 $\pm 1\%$ 또는 $\pm 30\text{ mm}$ 중에서 작은 값
기둥 및 보의 단면 치수	설계치수의 $\pm 2\%$ 또는 $\pm 20\text{ mm}$ 중에서 작은 값
바닥판의 두께	$-10 \sim +20\text{ mm}$

3.9 현장 품질관리

(1) 시험

- ① 콘크리트 압축강도 시험은 KS F 2405에 따른다.
- ② 콘크리트 압축강도 시험빈도는 개개의 PSC 구조물에 대하여 각 부재마다 또는 150 m^3 마다 실시하여야 하며, 공시체는 3조(여기서, 1조는 3개의 공시체를 의미한다.)이상 제작하여야 한다.
- ③ 공시체는 구조물과 같은 조건하에 양생하여야 하며, 다음과 같은 시기에 압축강도 시험을 실시하여야 한다.
 - 가. 1조는 프리스트레스 응력 전이할 때
 - 나. 1조는 28일째 되는 날
 - 다. 1조는 필요시

(2) 프리스트레스나 포스트텐션 등의 해체작업 시에는 매우 위험하므로, 설치된 스트랜드나 텐던의 정확한 위치를 표시하고 기록(준공)도면에 표기하여 해체 시에 확인할 수 있도록 한다.

집필위원	분야	성명	소속
		최진웅 박아론	한국도로공사

자문위원	분야	성명	소속
	토목구조	이지훈	서영엔지니어링
	토목구조	이원철	삼보기술단
	토목구조	엄종욱	(주)케이에스엠기술
	토목구조	이선희	도담 ENG
	토목구조	김충언	삼현 PF

건설기준위원회	분야	성명	소속
	구조	강철규	경기대학교
	구조	김지상	서경대학교
	구조	장봉석	K-water
	구조	이지훈	(주)서영엔지니어링
	구조	김영진	한국콘크리트학회
	구조	심창수	중앙대학교
	구조	승종명	(주)승이엔지
	교량	조경식	(주)디엠엔지니어링
	교량	정지승	동양대학교
	교량	최석환	국민대학교
	교량	박수영	(주)평화엔지니어링
	교량	배두병	국민대학교
	교량	박찬민	(주)코비코리아

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	문성호	서울과학기술대학교
	황주환	(주)동일기술공사
	이태욱	(주)평화엔지니어링
	신수봉	인하대학교
	김광수	(주)신성엔지니어링
	배규진	한국건설기술연구원
	추진호	한국시설안전공단

국토교통부	성명	소속	직책
	이용욱	국토교통부 도로정책과	과장
	이운우	국토교통부 도로정책과	사무관

고속도로공사 전문시방서
EXCS 14 20 53 : 2018

프리스트레스트 콘크리트

2018년 6월 발행

소관부서 국토교통부

관련단체 한국도로공사
(39660) 경상북도 김천시 혁신8로 77 한국도로공사
☎ 1588-2504(대표)
<http://www.ex.co.kr>

작성기관 한국도로공사 도로교통연구원
(18489) 경기도 화성시 동부대로 922번길 208-96
☎ 031-8098-6044(품질시험센터)
<http://www.ex.co.kr/research>

국가건설기준센터
(10223) 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444
<http://www.kcsc.re.kr>