NT-SR 합성형 라멘교 특별시방서 및 규격서

[단부 종방향빔을 이용한 교량 및 그 시공방법]

(특허 제10-1632911호)

2026

(주) 주 신

가. NT-SR 합성형 라멘교 특별시방서 및 규격서

제 1 장 총 칙

1.1 적용범위

본 시방은 강재 거더 일체 연결형 다경간 복합 교량(이하 “NT-SR 합성형 라멘교(특허번호 : 10-1632911호)”라 함)의 시공에 적용한다.

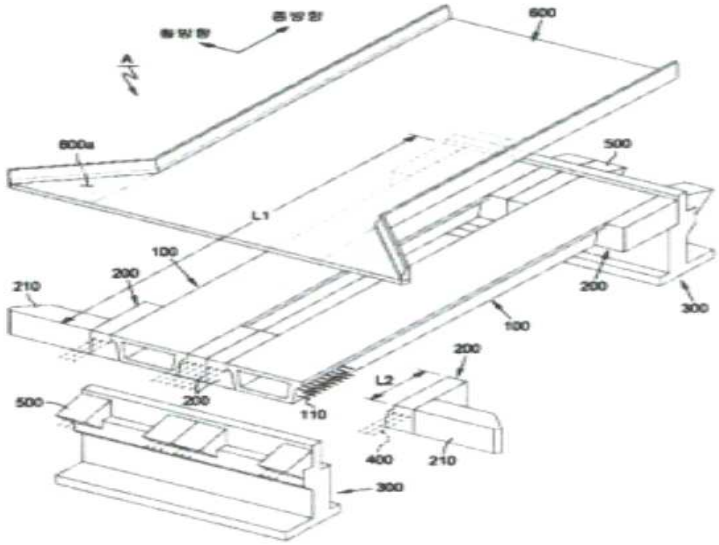
NT-SR 합성형 라멘교의 공법특징으로써 교대의 수직본체 위에 일체로 연결된 상태로 강재거더를 설치하고, 강재거더 와 거더 사이의 지점부에 종방향 거더를 설치하여, 종방향 거더를 PC 강연선을 이용 긴장하여 우각부 부재력을 효과적으로 분산, 감소시키도록 제작하여 시공 한다.

이 시방서에 명시되어 있지 아니한 사항에 대하여는 도로교표준시방서(국토해양부), 도로교설계기준(국토해양부), 콘크리트표준시방서(한국콘크리트학회) 및 콘크리트구조설계기준(한국콘크리트학회)에 의한다.

1.2 NT-SR 합성형 라멘교 요약

장경간의 라멘교를 보다 경제적으로 시공할 수 있으면서도 품질관리 및 유지관리가 효율적인 단부 종방향빔을 이용한 교량 및 그 시공방법에 관한 것이다. 상기 교량은 양 교대부에 횡방향으로 서로 이격 거치된 거더; 상기 교대부 상면에 지지되도록 하며 거더 양 단부 측면에 일체화되도록 하되, 거더의 양 단부 횡방향 사이사이 공간에 종방향으로 연장 형성되는 단부 종방향빔; 및 상기 양 교대부 배면 상부에 형성되어 상기 단부 종방향빔으로부터 연장되는 긴장재가 긴장 후, 정착되어 거더에 프리스트레스가 도입되도록 하는 배면정착블록;을 포함한다.

※NT-SR 합성형 라멘교 대표도※



1)청구항 1

양 교대부(300)에 횡방향으로 서로 이격 거치된 거더(100);

상기 교대부 상면에 지지되도록 하며 거더 양 단부 측면에 일체화되도록 하되, 거더(100) 의 양 단부 횡방향 사이사이 공간에 종방향으로 연장 형성되는 단부 종방향빔(200);

상기 양 교대부 배면 상부에 형성되어 상기 단부 종방향빔(200)으로부터 연장되는 긴장재(400)가 긴장 후, 정착되어 거더(100)에 프리스트레스가 도입되도록 하는 배면정착블록(500);을 포함하는 단부 종방향빔을 이용한 교량.

2)청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 거더(100)는 I형, U형 단면, ㅁ형, T형 또는 ㅠ형의 거더로서, 양 단부 측면에 형성된 연결철근(100)에 단부 종방향빔(200)이 서로 일체로 형성되도록 하는 단부 종방향빔을 이용한 교량.

3)청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 양 교대부(300)는 단면에 흉벽(330)이 더 형성되어 양 교대부 상면 내측에 거더(100)가 거치되도록 하고, 상면 외측의 단턱(310)에 배면정착블록이 형성되도록 하여 긴장재(400)가 단부 종방향빔으로부터 배면정착블록으로 연장되어 배면정착블록에 긴장후 정착되도록 하는 단부 종방향빔을 이용한 교량.

4)청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 단부 종방향빔(200)은 콘크리트 또는 강재로 제작되어 종방향으로 연장길이를 조정하여 형성되도록 하되, 최외곽 거더의 양 측방에 위치한 거더의 단부 종방향빔(200)의 양 측면으로 수평 연장되는 가각부지지빔(210)을 더 연장시키고, 상기 가각부지지빔(210)을 이용하여 가각부 슬래브(600a)를 시공하도록 하는 단부 종방향빔을 이용한 교량.

5)청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 거더(100)에 형성되는 단부 종방향빔(200)은 배면정착블록(500)과 일체로 함께 형성되며, 상기 거더(100)가 거치되는 교량은 양 교대부 상면에 거더가 거치되는 거더교(A) 또는 양 교대부 상면에 거더가 강결되는 라멘교량(B)인 단부 종방향빔을 이용한 교량.

6)청구항 6

(a) 양 교대부(300)에 횡방향으로 거더(100)를 서로 이격 거치하는 단계;

(b) 상기 교대부 상면에 지지되도록 하며 거더 양 단부 측면에 일체화되도록 하되, 거더(100)의 양 단부 횡방향 사이사이 공간에 단부 종방향빔(200)을 종방향으로 연장 형성시키는 단계; 및

(c) 상기 양 교대부 배면 상부에 단부 종방향빔(200)으로부터 연장되는 긴장재(400)를 긴장 후, 정착될 수 있도록 배면정착블록(500)을 형성시키고, 상기 긴장재에 의하여 거더에 프리스트레스가 도입되도록 하는 단계를 포함하는 단부 종방향빔을 이용한 교량 시공방법.

7)청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후에, 거더 상부에 슬래브를 더 형성시켜 거더교를 완성시키거다, 양 교대부 상면으로부터 연장되는 우각부 철근(320)이 슬래브에 매립되도록 하여 거더와 양 교대부가 강경되는 라멘교량을 완성시키는 단계가 더 포함되는 단부 종방향빔을 이용한 교량 시공방법.

8)청구항 8

제 6항 또는 제 7항에 있어서,

상기 (b) 단계에서, 상기 거더(100)는 I형, 또는 U형,ㅁ형, T형, ㅠ형의 단면의 거더로서, 양 단부 측면에 형성된 연결철근(110)에 단부 종방향빔(200)을 서로 일체로 형성시켜 거더 양 단부 측면에 단부 종방향빔(200)이 일체화 되도록 하는 단부 종방향빔을 이용한 교량 시공방법.

9)청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 (b) 단계에서, 상기 단부 종방향빔(200)은 콘크리트 또는 강재로 제작되어 종방향으로 연장길이를 조정하여 형성되도록 하되, 최외곽 거더의 양 측방에 위치한 거더의 단부 종방향빔(200)의 양 측면으로 수평 연장되는 가각부지지빔(210)을 더 연장시켜 상기 가각부지지짐(210)을 이용하여 가각부 슬래브(600a)를 시공할 수 있도록 하는 단부 종방향빔을 이용한 교량 시공방법.

10)청구항 10

제 6항에 있어서,

상기(a) 단계에서, 상기 양 교댜부(300)는 단면에 흉벽(330)이 더 형성되어 양 교대부 상면 내측에 거더(100)가 거치되도록 하고, 상면 외측의 단턱(310)에 배면정착블록이 형성되도록 하여 긴장재(400)가 단부 종방향빔으로부터 배면정착블록으로 연장되어 배면청착블록에 긴장 후 정착되도록 하는 단부 종방향빔을 이용한 교량 시공방법.

1.3 용어의 정의

1) 가로보(cross beam) - 주거더에 직각 또는 경사 방향으로 설치되는 보이며, 교량의 바닥틀에서 주거더에 대하여 가로방향으로 설치된 보, 혹은 다주형 박스거더에서 박스간의 원활한 횡분배를 위하여 설치하는 횡방향 보

2) 갈고리 - 철근의 정착 또는 겹침이음을 위하여 철근 끝의 구부린 부분으로서 철근의 끝부분을 반원형으로 180° 구부린 것을 180°갈고리, 90° 구부린 것을 90°갈고리, 135° 구부린 것을 135°갈고리라 칭한다.

3) 격벽 - 단면 형상을 유지시키기 위해 거더에 배치하는 횡방향 보강재, 다이아프램, 혹은 단일 박스 또는 다중 박스거더의 받침점부나 경간 내에 비틀림 등에 저항하기 위하여 설치하는 칸막이 벽

4) 계수하중 - 강도설계법에 의해 부재를 설계할 때 사용되는 하중으로서 사용하중에 하중계수를 곱한 하중

5) 공칭강도 - 강도설계법의 규정과 가정에 따라 계산된 부재 또는 단면의 강도를 말하며, 강도감소계수를 적용하기 전의 강도

6) 국소구역(local zone) - 정착장치 주위 및 바로 앞 콘크리트 부분으로 높은 국부 지압응력을 받는 부분

7) 긴장력(jacking force) - 긴장재에 인장력을 도입하는 장치에 의해 발휘되는 임시적인 힘

8) 긴장재(tendon) - 콘크리트에 프리스트레스를 주는데 사용되는 강선, 강연선, 강봉 또는 이들의 다발

9) 단면력 - 부재의 가상절단면에 작용하는 내력의 총칭. 단면력은 그 효과에 따라서, 축력, 전단력, 휨모멘트 및 비틀림 모멘트로 분류된다.

10) 단부 거리(edge distance) - 정착장치 중심에서 콘크리트 부재 연단까지의 거리

11) 단블록(end block) - 정착부 응력을 감소시키기 위해 부재의 단부를 확대하는 것

12) 단순판 - 두 개의 지지보에 의해 지지되는 바닥판

13) 단 정착(end anchorage) - 보강재의 응력이 0이 되는 받침점을 넘어 연장되는 보강재 또는 이와 유사한 것의 길이

14) 덕트 - 포스트텐션 방식의 프리스트레스트 콘크리트 부재에 있어서 콘크리트 경화전이나 또는 후에 PS강재를 배치시켜 긴장할 수 있도록 미리 콘크리트 속에 뚫어두는 구멍

15) 도입길이(transfer length) - 프리텐션 부재에서 부착에 의해 콘크리트에 프리스트레스 힘을 전달하는데 필요한 길이

16) 묻힘길이 - 위험단면을 넘어 더 연장하여 묻어 넣은 철근길이

17) 마찰 - 프리스트레싱 동안 접촉하게 되는 긴장재와 덕트 사이의 표면 저항. 곡률마찰과 파상마찰이 있음

18) 바닥판 - 포장면의 유무에 상관없이 윤하중을 직접적으로 지지하고 다른 부재들에 의해 지지되는 판부재

19) 배합강도 - 콘크리트의 배합을 정하는 경우에 목표로 하는 압축강도

20) 비틀림 강성 - 강성 한도 내에서 단위길이당의 비틀림각 Θ는 가하여진 비틀림모멘트 Mt에 비례한다. 즉, Θ=Mt/c에서 c를 비틀림 강성이라 하며, 단면의 형상, 재료의 전단탄성계수에 의하여 결정되는 량. 비틀림계수, 비틀림 강성계수라고도 한다.

21) 사용하중 - 하중계수를 곱하지 않는 하중으로서 작용하중이라고도 한다.

22) 사용 프리스트레스 힘(unfactored prestressing force) - 프리스트레싱에 의해 부재 단면에 작용하는 힘으로서 하중계수를 고려하지 않은 것

23) 상부플랜지 돌출폭 - 지지보의 복부 전면에서 상부플랜지 끝단까지의 거리

24) 설계강도 - 공칭강도에 강도감소계수ϕ를 곱한 강도

25) 설계기준강도 - 콘크리트 구조물의 설계에서 기준이 되는 콘크리트의 압축강도. 콘크리트의 강도 및 품질을 나타내는 기준으로 원주형공시체의 재령 28일에서의 압축강도를 말함

26) 설계하중 - 부재를 설계할 때 사용되는 적용가능한 모든 하중과 힘 또는 이와 관련된 내적 모멘트와 힘으로서 허용응력설계법에 의한 설계에서는 하중계수가 없는 하중(사용하중)이고 강도설계법에 의한 설계에서는 규정한 하중계수를 곱한 하중(계수하중)이 설계하중이 된다.

27) 소요강도 - 하중조합에 따른 계수하중을 저항하는데 필요한 부재 또는 단면의 강도 또는 이와 관련된 휨모멘트, 전단력, 축방향력 및 비틀림모멘트 등으로 나타낸 설계단면력

28) 쉬스(sheath) - 덕트를 형성하기 위한 관

29) 유효계수 - PS강재의 유효인장력을 프리스트레싱 직후의 PS강재에 작용하고 있는 초기인장력으로 나눈 값

30) 유효높이 - 휨모멘트가 작용하는 부재단면에서 콘크리트의 압축면에서 인장강재의 도심까지의 거리

31) 유효인장력 - 프리스트레스를 준 후 콘크리트의 크리프와 건조수축 및 PS강재의 릴랙세이션이 끝났을 때에 PS강재에 작용하고 있는 인장력

32) 유효폭 - T형보의 플랜지 등에서 유효하게 작용한다고 보는 플랜지 등의 폭

33) 유효 프리스트레스 - 프리스트레싱에 의한 콘크리트내 응력 중 자중과 외력에 의한 영향을 제외하고 계산된 모든 응력 손실량을 뺀 나머지 응력 또는 자중과 외력의 영향을 제외하고 모든 손실이 발생한 후에 PS강재 내에 남아있는 응력

34) 윤하중 - 규정된 설계 축하중의 1/2

35) 일반구역(general zone) - 집중된 프리스트레스 힘이 부재 단면상에 선형에 가까운 응력 분포로 확산되는 구역, 혹은 거더의 단부로부터 거더높이(h)만큼 떨어진 위치사이의 정착부 앞 구역을 의미하고, 부재의 단부가 아닌 보의 중간위치에 정착부가 있는 경우에는 정착장치 전방으로 거더높이 만큼 떨어진 구역

36) 일반 파열력(general bursting forces) - 단면에 정착된 모든 PS강재에 의해 생기는 파열력으로서 콘크리트 부재의 치수와 정착된 전 프리스트레싱 힘(total pre- stressing)의 크기, 방향, 위치에 따라 좌우되는 힘

37) 전단 연결재 - 접촉면에 수직과 수평 방향의 상대적인 운동을 방지하기 위한 역학적 장치

38) 전단지연(shear lag) - 단면상에 휨응력이 불균일하게 분포하는 현상

39) 전단키 - 부재들 사이의 전단 연속성을 제공하려는 의도로 만들어진 그라우트로 채워질 프리캐스트 부재의 측면에 미리 형성된 구멍 또는 프리캐스트 부재 표면에 움푹 파인 곳과 돌출부의 시스템

40) 접속장치 - PS강재와 PS강재 또는 정착장치와 정착장치를 접속시키기 위한 장치

41) 정착구(anchorage), 정착장치(anchorage device) - 강선, 강연선, 강봉 등의 긴장재로부터 콘크리트로 포스트텐션 힘을 전달하는데 사용되는 조립장치

42) 정착구역(anchorage zone) - 부재에서 집중된 프리스트레스 힘이 정착장치로부터 콘크리트로 도입되고(국소구역), 부재 내로 넓게 분포되는(일반구역) 부분

43) 정착길이 - 위험단면에서 철근의 설계강도를 발휘하기 위해 필요한 철근의 묻힘길이

44) 정착돌출부(anchorage blister) - 한 개 이상의 PS강재 정착부에서 면적확보를 위하여 복부, 플랜지, 복부-플랜지 연결부에 돌출시킨 부분

45) 정착장치 - 포스트텐션방식에 의한 프리스트레스트 콘크리트에서 인장력을 준 PS강재를 경화한 콘크리트에 고정시키기 위한 장치

46) 정착장치의 활동량 - PS강재를 정착장치에 정착시킬 때에 PS강재가 정착장치내에 딸려 들어가는 양

47) 정착장치에서의 활동(slip) - PS강재를 정착장치에 정착시킬 때 PS강재가 정착장치 내로 딸려 들어가는 현상

48) 접속구, 접속장치(coupler) - 긴장재와 긴장재를 접속하여 프리스트레스 힘이 전달되도록 하는 장치

49) 접지면적 - 차륜과 도로표면 사이의 접촉 면적

50) 주철근 - 철근콘크리트 부재의 설계에서 하중작용에 의해 생긴 단면력에 대하여 소요단면적을 산출한 철근

51) 주거더(main girder) - 교량 상부구조의 주체를 이루는 보

52) 코팅(coating), 코팅재 - 긴장재를 부식으로부터 보호하거나, 덕트와 긴장재 사이의 마찰을 감소시키기 위해 또는 긴장재가 콘크리트에 부착되지 않도록 하기위해 사용하는 재료

53) 콘크리트의 건조수축(shrinkage) - 콘크리트의 건조 또는 수화반응에 의해 시간 경과에 따라 발생하는 수축 변형

54) 콘크리트의 크리프(creep) - 콘크리트에 지속적으로 작용하는 응력에 의해 시간 경과에 따라 변형이 증가하는 현상

55) 콘크리트의 탄성수축(elastic shortening) - 프리스트레스 힘에 의해 부재가 수축되는 현상

56) 탄성이론 - 부재를 탄성체로 가정하고 구조해석하는 이론

57) 파상마찰 - 프리스트레스 쉬스 또는 덕트의 시공상 오차에 의해 발생하는 마찰

58) 포스트 텐션 - 콘크리트가 경화된 후에 긴장재에 인장을 가하는 프리스트레싱 방법

59) 포스트텐션 방식 - 콘크리트와 부착하지 않도록 쉬스관을 통하여 배치한 PS강재를 콘크리트가 굳은 다음에 긴장시켜 프리스트레스를 주는 방식

60) 프리스트레스 - 외력의 작용에 의한 인장응력을 상쇄할 목적으로 미리 계획적으로 콘크리트에 준 응력

61) 프리스트레스 힘 - 프리스트레싱에 의하여 부재 단면에 작용하는 힘

62) 프리스트레싱 - 프리스트레스를 주는 일

63) 피복(housing) - 접속구나 이음부의 필요한 움직임을 가능하게 하기위해 접속구나 이음부를 포용하여 둘러싸는 피복

64) 피복두께 - 철근, PS강재 또는 쉬스의 표면에서 콘크리트 표면까지의 최단거리

65) 합성거동 - 2개 또는 그 이상들의 요소 또는 부재들이 그들 사이의 상대운동이 없거나 또는 매우 작아서 함께 거동하도록 만들어진 조건

66) 헌치 - 지지보와 바닥판의 연결부 위치의 국부적으로 바닥판의 두께를 중가시킨 부분

67) PS강재의 릴랙세이션(relaxation) - 일정한 변형을 유지한 상태에서 시간 경과에 따라 PS강재의 응력이 감소하는 현상

68) PS강재의 릴랙세이션률 - PS강재에 인장력을 주어 일정한 변형을 유지한 상태에서 시간의 경과와 더불어 응력이 감소하는 현상에 다시 프리스트레스트 콘크리트부재의 콘크리트의 건조수축, 크리프 등의 영향을 고려한 PS강재 인장력의 감소량을 최초에 준 PS강재 인장력에 대한 백분률로 나타낸 값

69) PSC 합성거더교 - 프리스트레스트 콘크리트보와 보 위에 현장타설 된 콘크리트 바닥판이 합성으로 거동하도록 설계된 교량

1.4 기호의 정의

A : 콘크리트 전체 단면의 도심축과 인장연단 사이의 단면적, mm2

A_b : 정착판의 면적, mm2

A_b' : 정착판의 도심과 일치하는 정착판의 닮은 꼴을 부재 단부에 가장 크게 그렸을 때 그 도형의 면적 , mm2

b1 : 거더의 복부폭에 플랜지 길이를 더한 길이

bw : 거더 복부의 폭

dc : 인장연단에서 이 연단에 가장 가까이 있는 인장철근 중심까지의 거리, mm

Ec : 재령 28일에서 콘크리트의 할선탄성계수, MPa

Ec(t) : 재령 t일에서 콘크리트의 할선탄성계수, MPa

E_{ci} : 재령 28일에서 콘크리트의 초기 접선탄성계수, MPa

$E_{ci}(t)$: 재령 t 일에서 콘크리트의 초기 접선탄성계수, MPa

fc(t′) : 재령 t′ 일에서 콘크리트의 압축응력, MPa

f_{ci} : 프리스트레스 도입시의 콘크리트 압축강도, MPa

fck : 콘크리트의 설계기준강도, MPa

fcr : 콘크리트의 소요 평균 배합강도, MPa

fcu : 콘크리트의 압축강도, MPa

$f_{cu}(t)$: 재령 t일에서 콘크리트의 압축강도, MPa

fr : 콘크리트의 휨인장강도, MPa

f_{28} : 재령 28일에서 콘크리트의 압축강도, MPa

f_{pu} : 프리스트레싱 긴장재의 설계기준인장강도, MPa

f_{py} : 프리스트레싱 긴장재의 설계기준항복강도, MPa

fsa : 철근의 허용응력, MPa

fy : 철근의 설계기준항복강도, MPa

fs : 철근의 응력, MPa

h : 부재의 전체 두께, mm

Ie : 유효 단면 2차모멘트

Ig : 철근을 무시한 콘크리트 전체 단면의 중심축에 대한 단면 2차 모멘트

l: 부재의 길이, mm

Ma : 처짐계산시 부재의 최대 휨모멘트

Mcr : 작용하중에 의해 단면에서 휨균열을 일으키는 모멘트

Rh : 외기의 상대습도, %

s : 표준편차, MPa

T : 온도, 크리프, 건조수축 및 부동침하의 영향 등에 의해서 생기는 단면력

t : 콘크리트의 재령, 일(day)

t' : 하중이 가해질 때의 재령, 일(day)

tc : 최외단 철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트의 최소 두께, mm

t_s : 콘크리트가 외기중에 노출되었을 때의 재령, 일(day)

t_T : 온도가 20 C가 아닌 T C에서 양생할 경우 등가 재령, 일(day)

Wa : 허용균열폭, mm

Wc : 콘크리트의 단위체적중량, kg/m3

Yt : 철근을 무시한 전체 단면의 중심축에서 인장 연단까지 거리

α : 보 양쪽의 슬래브 판의 중앙선에 의하여 구획되는 슬래브의 휨강성에 대한 보 휨강성의 비

βc : 단면의 중립축에서 인장연단까지 거리를 단면의 중립축에서 철근의 도심까지의 거리로 나눈 값

$\beta(f_{cu})$: 콘크리트 강도에 의해 크리프에 미치는 영향함수

$\beta(t')$: 지속하중이 가해지는 시간 t'에 의해 크리프에 미치는 영향함수

$\beta_c(t-t')$: 재하기간에 따라 크리프에 미치는 영향함수

$\beta_{cc}(t)$: 콘크리트 강도 발현에 대한 재령에 따른 보정계수

β_H : 외기의 상대습도와 부재의 두께에 따른 계수

β_{RH} : 외기습도에 따른 크리프와 건조수축에 미치는 영향계수

$\beta_s(t-t_s)$: 건조 기간에 따른 건조수축 변형률 함수

β_{sc} : 시멘트 종류에 따른 영향계수

$\epsilon_{c\sigma}(t,t')$: 재령 t' 일에서 $f_c(t')$의 응력이 가해졌을 때 시간 t 일에서의 탄성변형률과 크리프를 포함한 전체 변형률

$\epsilon_{sh}(t,t_s)$: 재령 ts에서 외기에 노출된 콘크리트의 재령 t에서의 전체 건조수축 변형률

ϵ_{sho} : 개념 건조수축계수

$\epsilon_s(f_{cu})$: 건조수축에 미치는 콘크리트 강도의 영향함수

$\phi(t,t')$: 콘크리트의 크리프 계수

ϕ_o : 콘크리트의 개념 크리프 계수

ϕ_{RH} : 외기의 상대습도와 부재 두께에 의해 크리프에 미치는 영향 계수

λ : 장기 추가처짐에 대한 계수

ξ : 지속하중에 대한 시간경과계수

1.5 참조규격

KS F 2402 콘크리트의 슬럼프 시험 방법

KS F 2403 콘크리트의 강도 시험용 공시체 제작 방법

KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험방법

KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위 용적 질량 및 공기량 시험방법 (질량방법)

KS F 2421 굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법 (공기실 압력 방법)

KS F 2449 굳지 않은 콘크리트의 용적에 의한 공기량 시험 방법

KS F 2455 믹서로 비빈 콘크리트 중의 모르터와 굵은 골재량의 변화율(차) 시험방법

KS F 2540 콘크리트 양생용 피막형성제

KS F 4009 레디믹스트 콘크리트

KS F 8004 콘크리트 봉형 진동기

KS F 8005 콘크리트 거푸집 진동기

KS B 0801 (금속 재료 인장 시험편)

KS B 0802 (금속 재료 인장 시험편)

KS B 0803 (금속 재료 굽힘시험편)

KS B 0804 (금속 재료 굽힘 시험 방법)

KS B 0809 (금속 재료 충격시험편)

KS B 0810 (금속 재료 충격 시험방법)

KS B 0811 (비커스 경도 시험방법)

KS B 0816 (침투 탐상시험방법 및 지시 모양의 분류)

KS B 0833 (맞대기 용접이음의 연장 시험 방법)

KS B 0845 (강 용접부의 방사선 투과시험 방법 및 투과사진의 등급 분류 방법)

KS B 0885 (용접기술 검정에 있어서 시험방법 및 판정기준)

KS B 0896 (강 용접부의 초음파 탐상시험방법 및 시험결과의 등급분류 방법)

KS B 1010 (마찰 접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트)

KS B 5209 (강재 줄자)

KS D 0210 (강의 매크로 조직 시험 방법)

KS D 0213 (철강재료의 자분탐상시험 방법 및 결함 자분모양의 등급분류)

KS D 3503 (일반구조용 압연 강재)

KS D 3515 (용접구조용 압연강재)

KS D 3559 (경강선재)

KS D 7004 (연강용 피복 아크 용접봉)

KS D 7006 (고장력강용 피복아크 용접봉)

KS M 6617 (방진고무용 고무재료)

제2 장 시 공

2.1 주요공종

1) NT-SR 합성형 라멘교는 상·하부 일체식 교량형식으로서, 다음의 공종들이 포함되어 있다.

가) 기초공

나) 비계 및 동바리공

다) 거푸집공

라) 철근공

마) 콘크리트공

바) 방수공

사) 강구조 및 철물공사

아) 교량난간 및 중앙분리대

자) 교량부속시설

차) 교량점검시설

카) 교량유지관리용 표지판

파) 세굴방지공

타) 교면 표장

2) 1)에 열거된 공종의 대부분은 교량공사에서 공통된 공종으로서 발주처에서 제시한 시방서와 도로교표준시방서, 고속도로공사 전문시방서를 참고토록 한다.

2.2 특기사항

1) 설계도서의 숙지공사 착공에 앞서 설계도면과 보고서, 구조계산서 등의 내용을 충분히 숙지하여야 한다. 특히, NT-SR거더부 시공, 바닥판콘크리트의 타설방법, 강제거더가설 등의 선후관계에 대해 설계자의 의도와 일치하여야 한다. 또한 하부구조와 NT-SR거더부의 콘크리트 설계기준강도가 다르게 적용되는 경우가 많으므로 정확하게 인지하여야 한다.

2) NT-SR거더부 강제하면에 콘크리트가 공극없이 밀실하게 충진될 수 있도록 충실하게 다져야 하며, 필요하다고 판단될 경우 감독원(또는 감리자)의 승인을 얻어 AE감수제 등 유동화제를 사용할 수도 있다.

3) 시공시 각 기초별 지질조사를 실시하여 설계시 반영한 조건과 일치하는지를 필히 확인하여야 하며 설계치 이상의 지지력을 확보토록 하고 지지층이 설계조건과 상이할 경우 감독원(또는 감리자)과 협의하여 설계변경 여부를 판단하여야 한다.

4) Pile기초는 시항타를 실시하여 확실한 지지층에 기초를 설치토록 하여야하며, 말뚝재하시험을 실시하여 Pile지지력을 확인하여야 한다. 직접기초는 시공전 지하수위에 대한 확인 및 대책을 수립하여 콘크리트 품질에 이상이 없도록 조치하여야 한다.

5) 콘크리트 타설시 거푸집 및 동바리에 처짐이 발생되지 않도록 충분히 다짐 한 후 설치하고, 구조적 안전성 및 제반사항을 검토하여 감독원(또는 감리자)의 승인을 득한 후 시공하여야 한다.

6) 교대 교좌면 시공과 교량 받침의 설치에 대하여 철근과 앵커볼트와의 관계, 저촉, 부착, 전단, 인발 및 지압 등의 안정성에 대하여 정밀 검토한 결과와 시공계획서를 제출하여 감독원의 승인 후 시공하여야 한다.

7) 받침의 몰탈 상면 EL은 설치면의 편경사 및 종단선형 관계를 사전 검토하여 구조물도상의 계획고와 일치성 여부를 재확인하여 단차가 없이 정확하게 시공하여야 하며, 교량받침의 규격 변경시에도 이의 영향을 감안하여 몰탈 상면 EL을 결정하여야 한다.(단차 발생시 받침별 반력이 상이할 수 있으므로 정밀 시공할 수 있도록 하여야 함)

8) 상부 부재를 현장에 적재·가조립 할 장소를 확보하고 보관에 만전을 기해야 한다.

9) 크레인 가설공법을 적용시 작업반경과 작업높이에 따른 크레인 인상능력을 사전에 검토하여 크레인의 장비 규격을 정하고 필요하다면 작업도로의 성토고를 조정하여야 한다.

10) 강합성거더부 및 NT-SR합성거더부 설치시 설계도면에 표기된 EL을 반드시 확인하여야 하며 특히, 설정된 Camber를 고려하여 시공해야 한다.

제 3 장 사용재료

3.1 콘크리트 구성 재료

3.1.1 시멘트

시멘트는 KS L 5201, 5210, 5211, 5401에 준하는 것으로 적용하며, 조강 포틀랜드 시멘트 외의 포틀랜드 시멘트로 한다.

1) 품 질

포틀랜드 시멘트의 품질은 표 1.1과 표 1.2에 따른다.

표 1.1 포틀랜드 시멘트의 품질

항목 \ 종류			1종	2종	3종	4종	5종
분말도	비표면적(㎠/g)		2800이상	2800이상	2800이상	2800이상	2800이상
안정도	오토클레이브 팽창도 (%)		0.8이하	0.8이하	0.8이하	0.8이하	0.8이하
응결 시간	길모어 시험	초결 분 종결 분	60이상 10이하	60이상 10이하	60이상 10이하	60이상 10이하	60이상 10이하
	비 카 시 험	초결 분	45이상 375이하	45이상 375이하	45이상 375이하	45이상 375이하	45이상 375이하
수화열 (cal/g)	7일 28일		-	70이하 80이하	-	60이하 70이하	-
압축 강도 (MPa)	1일 3일 7일 28일		- 130이하 200이하 290이하	- 110이상 180이상 285이상	13 이상(130) 25 이상(250) 280이상 310이상	- - 75이상 180이상	- 90이상 160이상 210이상

표 1.2 포틀랜드 시멘트(저 알카리형)

종 류 / 품 질	보 통 포틀랜드시멘트	중용열 포틀랜드 시멘트	조강 포틀랜드시멘트	저열 포틀랜드 시멘트	내황산염 포틀랜드 시멘트
저 알칼리(%)	0.6 이하	0.6 이하	0.6 이하	0.6 이하	0.6 이하

3.1.2 골 재

1) 골재는 청결, 강도, 내구성, 적정한 입도를 가지고, 얇은 석편, 가는 석편, 유기불순물, 염화물 등의 유해물질을 포함하지 않아야 하며 다음 규격에 규정된 품질로 하여야 한다.

KS F 2526(콘크리트용 골재)

KS F 2527(콘트리트용 부순 골재)

KS F 2543(콘크리트용 동 슬래그 골재)

KS F 2544(콘크리트용 고로 슬래그 골재)

2) 위 규격품이 아니더라도 KS F 2502(골재의 체가름 시험방법), KS F 2503(굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험방법), KS F 2504(잔골재의 비중 및 흡수율 시험방법), KS F 2529(구조용 경량 잔골재의 비중 및 흡수율 시험방법), KS F 2468(경량콘크리트 골재의 불순물 시험방법)의 골재와 관련된 한국산업규격(KS)에 규정한 것과 같거나 이와 동등한 것 이상을 사용하여야 한다. 그리고 이외에는 시험에서 적당한 입도로서 소요 품질의 콘크리트를 만들 수 있다고 입증되는 경우에만 책임기술자의 승인하에 사용할 수 있다.

3) 굵은골재의 공칭 최대 골재 치수는 19mm를 초과하지 않아야 한다. 그러나 이러한 제한은 콘크리트를 밀실하게 타설할 수 있는 시공·다짐방법을 사용할 경우에는 책임기술자의 판단에 따라 적용하지 않을 수 있다.

4) 골재는 KS F 2545(골재의 알카리 잠재 반응 시험 방법(화학적 방법)) 및 KS F 2546 (시멘트와 골재의 배합에 따른 알카리

잠재 반응 시험방법(모르타르봉 시험 방법))에 의해서 알카리 시험성 반응을 행해야 한다. 단 KS F 2543, KS F 2544에 규정하는 고로 슬래그 골재는 알카리 반응성 시험을 행하지 않아도 된다.

3.1.3 배합수

1) 배합수는 기름, 산, 유기불순물, 혼탁물 등 콘크리트나 철근의 품질에 나쁜 영향을 미치는 물질의 유해량을 함유해서는 안된 다.

2) 배합수는 특별한 맛, 냄새, 빛깔, 탁도 등이 없는 음료수 정도로 깨끗한 물이어야 한다.

3) 배합수에 염화물이나 초산염, 황산염 등을 함유한 물을 쓰면 철근의 부식을 촉진시킬 우려가 있다. 특히 프리스트레스 콘크리트용의 PS강재는 항상 높은 응력을 받고 있기 때문에 응력부식을 일으키기 쉽고, 미주전류가 있는 곳에서는 전식에 의한 철근의 부식이 촉진되므로 각별히 유의한다.

4) 공장폐수 등으로 오염된 하천수, 호소수, 저류수 등에는 황산염, 유화물, 인산염, 붕산염, 탄산염, 아연, 동, 주석, 망간 등의 화합물이나 알칼리 등의 무기물 및 당류 펄프폐액, 부식물질 등의 유기불순물이 함유되어 있는 수가 있는데 미량이라도 이와 같은 물질을 함유하는 물을 배합수로 사용하면 콘크리트의 응결변화, 강도의 발현, 체적변화, 워커빌리티 등에 나쁜 영향을 미칠 수 있으므로 오염의 우려가 있는 물을 사용하고자 할 경우 수질시험 등에 의해 확인 후 사용하고, 상수사용을 원칙으로 하며 [수도법] 에 의해 정해진 수질 기준에 의한다.

3.1.4 혼화재료

혼화재료를 사용하는 경우에는 콘크리트 품질에 유해한 영향을 주지 않아야 한다.

3.2 콘크리트 제조

3.2.1 품 질

1) 콘크리트에 포함되는 염소이온(Cl^-)량은 표 1.3과 같다.

표 1.3 부식 방지를 위한 최대 염소이온 비율

부재의 종류	콘크리트 속의 최대 수용성 염소이온(Cl-), 시멘트의 질량에 대한 백분율(%)
프리스트레스트 콘크리트	0.06
염화물에 노출된 철근콘크리트	0.15
건조상태이거나 또는 습기로부터 차단된 철근콘크리트	1.00
기타 철근콘크리트	0.30

2) 콘크리트의 압축강도는 표 1.4과 같다.

3) 콘크리트는 내구성이 충분하고 품질변화가 적어야 한다.

표 1.4 콘크리트 압축강도

시 기	압축강도 (MPa)
프리스트레스 도입시 재령 28일	40 이상 45 이상

3.2.2 배 합

1) 콘크리트의 배합은 소요 강도 및 내구성을 고려하여 단위 수량을 될 수 있으면 적게 하는 것이 바람직하다.

2) 압축강도의 편차는 그 공장의 관리상태에 따라 정해지기 때문에 각각의 공장에 적합한 할증계수를 정하여 물시멘트비를 결정한다.

3) 굵은 골재의 최대치수는 19 mm로 한다.

4) 유동화제를 사용하는 경우에는 유동화제의 첨가량은 콘크리트가 소요의 워커빌리티, 강도, 탄성적 성질, 내구성, 수밀성 및 강재를 보호하는 성능 등을 가지며, 품질변동이 적어지도록 정하여야 하며, 유동화제를 첨가할 때 슬럼프 시험을 실시하여 측정치가 18cm가 넘지 않도록 하여야 한다. (콘크리트표준시방서 「유동화 콘크리트」 참조)

3.2.3 시 험

1) 책임기술자가 공사 진행 중에 필요하다고 인정할 경우 강도의 평가는 KS F 2405(콘크리트의 압축강도 시험 방법), KS F 2407 (콘크리트의 휨강도 시험방법 (단순보의 중앙점 하중법)), KS F 2408 (콘크리트의 휨강도 시험 방법(단순보의 3등분점 하중 법)), 그리고 KS F 2423 (콘크리트의 인장강도 시험방법)을 따라야 한다.

2) 단위 용적 중량시험은 KS F 2409 (굳지 않은 콘크리트의 단위용적중량 및 공기량 시험 방법 (중량방법))를 따라야 한다.

3) 블리딩 시험은 KS F 2414 (콘크리트의 블리딩 시험 방법)를 따라야 한다.

4) 공기 함유량 시험은 KS F 2409 (굳지 않은 콘크리트의 단위용적중량 및 공기량 시험 방법)(중량 방법))과 KS F 2421 (굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기함유량 시험 방법)(공기실 압력 방법))을 따라야 한다.

5) 슬럼프 시험은 KS F 2402 (포틀랜드 시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험 방법)를 따라야 한다.

3.3 콘크리트 재료특성

3.3.1 콘크리트 강도

1) 거더를 제작할 때 사용하는 콘크리트의 설계기준강도는 30 MPa 이상 사용한다.

2) 슬래브에 사용되는 콘크리트의 설계기준강도는 30 MPa 이상으로 한다.

3) 콘크리트 공시체의 제작 및 양생 방법은 KS F 2403 (콘크리트 강도 시험용공시체 제작 방법)에 따라 제작하고 양생하는 방법에 따라야 한다. 콘크리트의 공시체의 제작시 압축강도용 공시체는 ϕ150 × 300 mm를 기준으로 하되, ϕ 100 × 200 mm의 공시체를 사용할 경우 강도보정계수 0.97을 사용하며, 이외의 경우 적절한 강도보정계수를 고려하여야 한다.

4) 콘크리트의 압축강도는 ϕ150 × 300 mm 원주공시체의 시험결과에 따라 다음과 같이 평균압축강도 f28을 택하여야 하며, 시간에 따른 콘크리트의 강도 발현 fcu(t)는 식(2.4)와 같이 구해야 한다. 이 때 fck가 28일 때의 설계기준강도이면 식(2.3)의 fcu는 f28과 같다.

$$f_{cu} = f_{ck} + 8 \qquad (2.1)$$

$$f_{cu}(t) = \beta_{cc}(t) f_{28} \qquad (2.2)$$

$$\beta_{cc}(t) = \exp\left[\beta_{sc} \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}}\right) \right] \qquad (2.3)$$

$$\beta_{sc} = \begin{cases} 0.20 & : \text{3종 시멘트} \\ 0.25 & : \text{1종,5종 시멘트} \\ 0.38 & : \text{2종 시멘트} \end{cases}$$

$\beta_{cc}(t)$는 시간에 따른 강도발현속도이고, β_{sc} 는 시멘트 종류에 따른 상수이다.

3.3.2 콘크리트 탄성계수

1) 콘크리트의 압축강도가 30 MPa 이하이고, 단위중량 w_c의 값이 1450~2500 kg/m3 인 콘크리트의 경우 식(2.4)에 따라 탄성계수 Ec를 계산한다.

$E_c = 0.043 w_c^{1.5} \sqrt{f_{ck}}$ (MPa) (2.4)

다만 보통골재를 사용한 콘크리트(w_c = 2300 kg/m3)의 경우는 식(2.5)를 이용할 수 있다.

$E_c = 4{,}700 \sqrt{f_{ck}}$ (MPa) (2.5)

2) 콘크리트의 압축강도가 30 MPa 를 초과한 경우로서 단위 중량 w_c의 값이 1450~2500 kg/m3 인 콘크리트의 경우 식(2.6)에 따라 계산할 수 있다.

$E_c = 0.030 w_c^{1.5} \sqrt{f_{ck}} + 7{,}700$ (MPa) (2.6)

다만 보통골재를 사용한 콘크리트(w_c=2300 kg/m3)의 경우 다음 식(2.7)를 사용할 수 있다.

$E_c = 3{,}300 \sqrt{f_{ck}} + 7{,}700$ (MPa) (2.7)

3) 콘크리트 탄성계수의 시간에 따른 변화는 다음 식에 의해 구하며, $\beta_{cc}(t)$는 식(2.3)와 같다.

$E_c(t) = \sqrt{\beta_{cc}(t)}\, E_c$ (2.8)

3.3.3 콘크리트 크리프

1) 시간 t′에서 작용응력 fc(t′)에 의한 콘크리트의 순간 변형 및 크리프 변형을 함께 고려한 전체 변형률 εcσ(t, t′)는 ① 콘크리트의 압축강도 또는 설계기준강도, ② 부재의 크기, ③ 평균 상대습도, ④ 재하시의 재령, ⑤ 재하기간, ⑥시멘트 종류, ⑦ 양 생온도, ⑧ 온도변화, ⑨ 작용응력의 크기 등에 따라 다음식(2.9)을 사용하여 구할 수 있다.

$$\epsilon_{c\sigma}(t,t') = f_c(t') \left[\frac{1}{E_{ci}(t')} + \frac{\phi(t,t')}{E_{ci}} \right] \quad (2.9)$$

여기서 Eci는 다음 식(2.10)에 의해 구하고, Eci(t′)는 식(2.11)에 의해서 구해야 한다.

$E_{ci} = 2.15 \times 10^{4\,3} \sqrt{f_{cu}/10}$ (2.10)

$E_{ci}(t) = \sqrt{\beta_{cc}(t)}\ E_{ci}$ (2.11)

2) 식(2.11)에서 크리프계수 ϕ(t, t′)는 양생온도가 20℃이고, 하중이 작용하는 동안의 기온도 20℃인 경우를 기준으로 한 것으로서 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\phi(t,t') = \phi_0 \beta_c(t-t') \quad (2.12)$$

여기서,

$$\phi_0 = \phi_{RH}\beta(f_{cu})\beta(t') \quad (2.13)$$

$$\phi_{RH} = 1+\frac{1-0.01RH}{0.10\sqrt[3]{h}} \quad (2.14)$$

$$\beta(f_{cu}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cu}}} \quad (2.15)$$

$$\beta(t') = \frac{1}{0.1+(t')^{0.2}} \quad (2.16)$$

$$\beta_c(t-t') = \left[\frac{(t-t')}{\beta_H+(t-t')}\right]^{0.3} \quad (2.17)$$

$$\beta_H = 1.5\left[1+(0.012RH)^{18}\right]h+250 \leq 1500(\text{일}) \quad (2.18)$$

3) 양생동안 온도의 변화가 있거나 20℃가 아닌 대기에 노출되어 있는 경우, 또는 시멘트 종류에 따른 재하 재령 t′는 다음과 같이 보정해야 한다.

$$t' = t_T' \left[\frac{9}{2+(t_T')^{1.2}}+1\right]^{\alpha} \geq 0.5(\text{일}) \quad (2.19)$$

$$t_T' = \sum_{i=1}^{n}\Delta t_i \exp\left(-\frac{4000}{273+T(\Delta t_i)}+13.65\right) \quad (2.20)$$

$$\alpha = \begin{cases} -1 & : 2\text{종 시멘트} \\ 0 & : 1\text{종,5종 시멘트} \\ 1 & : 3\text{종 시멘트} \end{cases}$$

그리고 T(△ti)는 △ti일 동안 지속된 온도(℃), $\triangle t_i$는 일정한 온도가 지속된 기간(일)이고, n은 일정한 온도를 유지한 단계의 수이다.

4) 응력 $f_c(t')$이 $0.4f_{cu}(t') < |f_c(t')| < 0.6f_{cu}(t')$인 경우 식(2.13)의 ϕ_0 는 다음과 같이 보정해야 한다.

$$\phi_o = \exp\left[1.5\left(\frac{|f_c(t')|}{f_{cu}(t')} - 0.4\right)\right]\phi_o(\text{식}(2.13)) \qquad (2.21)$$

$f_{cu}(t')$는 식(2.2)와 식(2.3)에 의해 구할 수 있다.

5) 지속하중이 작용하는 동안 온도가 5oC에서 80oC까지 변화할 때 크리프 계수는 식(2.14)의 ϕ_{RH}를 식(2.25)로, 그리고 식(2.18)의 β_H를 식(2.24)으로 보정하여 식(2.22)에 의해 구해야 한다.

$$\phi(t,t') = \beta_c(t-t')\phi_o + 0.0004(T-20)^2 \qquad (2.22)$$

$$\phi_{RH} = \exp[0.015(T-20)] + (\phi_{RH}(\text{식}(2.14)-1)\{\exp[0.015(T-20)]\}^{1.2} \quad (2.23) \qquad \beta_H = \exp\left[\frac{1,500}{273+T} - 5.12\right]\beta_H(\text{식}(2.18)) \qquad (2.24)$$

6) 크리프에 대한 실험은 KS F 2453 (콘크리트의 압축 크리프 시험 방법)에 따라야 한다.

3.3.4 콘크리트 건조수축

1) 콘크리트의 건조수축 변형률은 대기의 평균 상대습도, 부재의 크기 등을 고려하여 다음 식(2.25)에 따라 구할 수 있다.

$$\epsilon_{sh}(t,t_s) = \epsilon_{sho}\ \beta_s(t-t_s) \qquad (2.25)$$

여기서 ϵ_{sho}와 $\beta_s(t-t_s)$는 다음 식(2.26)에서 식(2.29)까지에 의해 계산하여야 한다.

$$\epsilon_{sho} = \epsilon_s(f_{cu})\beta_{RH} \quad (2.26)$$

$$\epsilon_s(f_{cu}) = [160 + 10\beta_{sc}(9-f_{cu}/10)]\times 10^{-6} \quad (2.27)$$

$$\beta_{RH} = \begin{cases} -1.55[1-(RH/100)^3] & (40\% \leqq RH < 99\%) \\ 0.25 & (RH \geqq 99\%) \end{cases} \quad (2.28)$$

$$\beta_s(t-t_s) = \sqrt{\frac{(t-t_s)}{0.035\,h^2+(t-t_s)}} \quad (2.29)$$

$$\beta_{sc} = \begin{cases} 4 & : \text{2종 시멘트} \\ 5 & : \text{1종,5종 시멘트} \\ 6 & : \text{3종 시멘트} \end{cases}$$

2) 외기의 온도가 20℃가 아닌 경우 β_{RH} 및 $\beta_s(t-t_s)$는 다음 식(2.30)와 식 (2.31)에 의해 보정하여야 한다.

$$\beta_{RH} = \left[1 + \left(\frac{8}{103-RH}\right)\left(\frac{T-20}{40}\right)\right]\beta_{RH}(\text{식}(2.30)) \quad (2.30)$$

$$\beta_s(t-t_s) = \sqrt{\frac{(t-t_s)}{0.035h^2\ \exp[-0.06(T-20)]+(t-t_s)}} \quad (2.31)$$

3.4 강 재

3.4.1 철 근

1) 보강용 철근은 이형철근을 사용하여야 한다. 다만 나선철근이나 강선으로 원형 철근을 사용할 수 있다. 그리고 구조용 강재, 강관에 의한 보강재는 이 지침서에 따라 사용될 수 있다.

2) 철근을 용접하는 경우 그 위치와 용접 방법을 명기하여야 한다. 필요한 용접기호와 용접시험 방법은 KS B 0052 (용접기호), KS B 0816 ~ KS B 0892(용접시험 방법)에 따라야 한다.

3) 철근, 철선 및 용접철망의 품질, 형상, 치수는 KS D 3504 (철근콘크리트용 봉강), KS D 3552(철선)과 KS D 7017 (용접철망)의 각 규격에 적합해야 한다.

4) 철근, 철선 및 용접철망의 설계기준 항복강도 fy가 400 MPa을 초과하는 것은 fy 값을 변형률 0.0035에 상응하는 응력의 값으로 사용할 수 있다.

5) 철근은 아연도금 또는 에폭시 수지 피복을 하는 것이 가능하며 이들 철근은 KS D 3629 (에폭시 피복철근)의 규정을 따라야 한다.

6) 구조용 강재, 강관, 튜브 구조용 강재나 강관은 품질, 치수, 형상에 있어서 KS D 3503 (일반 구조용 압연강재)의 규격 이상이어야 하며, 특수한 경우에 책임 기술자의 입회 하에 소정의 품질 및 강도시험을 시행한 후 사용할 수 있다.

7) 철근의 시험은 KS B 0802 (금속재료 인장시험 방법) 및 KS B 0804 (금속재료 굽힘 시험 방법)에 따라야 한다.

8) 철근의 탄성계수는 다음 식(2.32)의 값을 표준으로 하여야 한다.

$$E_s = 200{,}000(\mathrm{MPa}) \qquad (2.32)$$

3.4.2 구조용 강재

강구조물 공사에 쓰이는 재료는 표 1.5의 규격과 KS규정에 적합한 것이어야 한다.

표 1.5 표준강재

강재의 종류	규 격		강 재 기 호
구조용강재	KS D 3503	일반구조용 압연강재	SS 275, SS 315, SS 410 , SS 450
	KS D 3515	용접구조용 압연강재	SM 275, SM 355, SM 355Y, SM 420, SM 460
	KS D 3529	용접구조용 내후성열간 압연강재	SMA 275, SMA 355, SMA 460
강 판	KS D 3566	일반 구조용 탄소강관	SPS 400, SPS 500
	KS F 4602	강관말뚝	SPS 400, SPS 500
접합용강재	KS B 1010	마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트,평와셔의 세트	F8T, F10T
용 접 재 료	KS D 7004	연강용 피복아크 용접봉	
	KS D 7006	고장력용 피복아크 용접봉	
	KS D 7024	고장력강용 탄산가스 아크 용접재료	

3.5 긴 장 재

3.5.1 PS 강선 및 강연선

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

2) 강선, 강연선 및 강봉이 KS D 7002 (PC 강선 및 PC 강연선)와 KS D 3505 (PC 강봉)에 특별히 제시되지 아니한 사항이 있

는 경우 이들 재료가 시방서의 최소 규정에 적합한 것, 그리고 어느 경우에도 상기 규격에 규정된 품질 이상의 경우에만 사용할 수 있다.

3) 프리스트레싱 긴장재의 탄성계수는 실험에 의하여 결정하거나 제조자에 의하여 주어지는 것이 원칙이지만 그렇지 않은 경우 다음 식(2.33)의 값을 표준으로 하여야 한다.

$$E_{ps} = 200{,}000(\mathrm{MPa}) \qquad (2.33)$$

3.5.2 PS 강선 및 강연선 특성

1) 종 류

PS 강선 및 PS 강연선의 종류 및 기호, 호칭은 표 3-1, 표3-2와 같다.

2) 치수 및 허용차

PS 강선의 표준지름 2연선 소선의 표준지름 및 7연선의 표준지름과 각각에 대한 허용차, 공칭단면적 및 단위중량은 표 3-3 및 표 3-4 와 같다. 이형강선의 공칭지름은 SWPC 1의 준지름을 적용하고, 그 허용차는 규정하지 않으며, 7연선의 표준지름은 연선외접원으로 한다. 연선의 꼬임 간격은 연선 각 부에서 동일 하여야 하며, 2연선 및 이형 3연선에서는 표준지름의 24~34배, 7연선 및 19연선에서는 12~16배이어야 한다.

3) 품질기준

PS 강선 및 PS 강연선의 품질은 다음 기준에 합격하여야 한다.

① PS 강선 및 PS 강연선에는 해로운 흠이나 결함이 없어야 하며, 표면에 유류 및 기타 잡물이 부착되어 있어서는 안된다. 다만, 점식되지 않을 정도의 표면 녹은 무방하다. 다만, 이형선은 제외한다.

② PS 강선 및 PS 강연선은 상당 길이를 타래에서 풀어서 표면상에 놓았을 때, 실제 사용상 지장이 없을 정도로 직선이 양호하여야 한다.

③ PS 강연선은 절단부를 매지 않고 절단했을 때, 소선이 풀어져서는 안된다.

④ PS 강연선의 꼬임 방향은 S연으로 하고, KS D 3517 (와이어 로우프)의 규정에 따른다.

마. 이형선은 거의 원형단면을 가지고 같은 모양의 돌기 또는 곰보 모양의 흠을 연속 또는 일정 간격으로 찍는 것으로 한다.

⑤ PS 강선 및 PS 강연선의 인장하중, 0.2% 영구 신율에 대한 하중 및 신율의 시험은 KS D 7002 (PC 강선 및 PC 강연선)에 따른다. 또한 릴랙세이션 시험은 콘크리트 표준시방서 시공편 27. 2. 2의 해설에 따른다.

⑥ 시험편의 채취 및 시험방법

KS D 7002 (PC 강선 및 PC 강연선)에 따른다.

표 3-1 PS 강선 및 PS 강연선 종류 및 기호

종 류			기 호	단 면
PC 강 선	원 형 선		SWPC 1	○
	이 형 선		SWPD 1	○
PC 강연선	2 연 선		SWPC 2	○○
	이 형 3 연 선		SWPD 3	○○○
	7 연 선	A 종	SWPC 7A	○○○○○○○
		B 종	SWPC 7B	○○○○○○○
	19 연 선		SWPC19	○○○○○○○○○○○○○○○○○○○

비 고 : 7연선 A종은 인장강도 17.5 MPa [1.72 MPa]급을, B종은 인장강도 19.0 MPa [1.86 MPa]급을 나타낸다.

표 3-2 PS 강선 및 PS 강연선의 호칭

기 호	호 칭 명
SWPC 1 SWPD 1	(2.9mm) (3.5mm) (4mm) (4.5mm) 5mm (6mm) 7mm 8mm 9mm
SWPC 2	2.9㎜ 2연선
SWPD 3	2.9㎜ 3연선
SWPC 7A	(7연선 6.2mm) (7연선 7.9mm) 7연선 9.3mm 7연선 10.8mm 7연선 12.4mm 7연선 15.2mm
SWPC 7B	7연선 9.5mm 7연선 11.1mm 7연선 12.7mm 7연선 15.2mm
SWPC 19	19연선 17.8mm 19연선 19.3mm 19연선 20.3mm 19연선 21.8mm

비 고 : ( )를 붙인 호칭명의 선 및 연선은 사용하지 않는 것이 좋다.

표 3-3 PS 강선 및 PS 강연선의 표준치수 및 허용차 (단위 : mm)

기 호	호 칭 명	표준지름	허 용 차	심선 지름과 측선 지름과의 차
SWPC 1	(2.9mm)	2.90	±0.03	-
	(3.5mm)	3.50	±0.04	-
	(4mm)	4.00	±0.05	-
	(4.5mm)	4.50	±0.05	-
	5mm	5.00	±0.05	-
	(6mm)	6.00	±0.05	-
	7mm	7.00	±0.05	-
	8mm	8.00	±0.05	-
	9mm	9.00	±0.05	-
SWPC 2	2.9mm 2연선	2.90	±0.03	-
SWPC7A	(7연선 6.2mm)	6.2	+0.4-0.2	0.03 이상
	(7연선 7.9mm)	7.9	+0.4-0.2	0.04 이상
	7연선 9.3mm	9.3	+0.4-0.2	0.05 이상
	7연선 10.8mm	10.8	+0.4-0.2	0.07 이상
	7연선 12.4mm	12.4	+0.4-0.2	0.08 이상
	7연선 15.2mm	15.2	+0.4-0.2	0.08 이상
SWPC7B	7연선 9.5mm	9.5	+0.4-0.2	0.05 이상
	7연선 11.1mm	11.1	+0.4-0.2	0.07 이상
	7연선 12.7mm	12.7	+0.4-0.2	0.08 이상
	7연선 15.2mm	15.2	+0.4-0.2	0.08 이상
SWPC19	19연선 17.8mm	17.8	+0.6-0.25	-
	19연선 19.3mm	19.3	+0.6-0.25	-
	19연선 20.3mm	20.3	+0.6-0.25	-
	19연선 21.8mm	21.8	+0.6-0.25	-

비 고 : 7연선 및 19연선의 표준지름은 연선의 외접원의 지름으로 한다.

표 3-4 PS 강선 및 PS 강연선의 공칭단면적 및 단위무게

기 호	호 칭 명	공칭단면적(mm2)	단위무게(kg/km)
SWPC 1 SWPD 1	(2.9mm)	6.605	51.8
	(3.5mm)	9.621	75.5
	(4mm)	12.57	98.7
	(4.5mm)	15.90	125
	5mm	19.64	154
	(6mm)	28.27	222
	7mm	38.48	302
	8mm	50.27	395
	9mm	63.62	499
SWPC 2	2.9mm 2연선	13.21	104
SWPD 3	2.9mm 3연선	19.82	156
SWPC7A	(7연선 6.2mm)	23.23	182
	(7연선 7.9mm)	37.42	293
	7연선 9.3mm	51.61	405
	7연선 10.8mm	69.68	546
	7연선 12.4mm	92.90	729
	7연선 15.2mm	138.7	1,101
SWPC7B	7연선 9.5mm	54.84	432
	7연선 11.1mm	74.19	580
	7연선 12.7mm	98.71	774
	7연선 15.2mm	138.7	1,101
SWPC19	19연선 17.8mm	208.4	1,652
	19연선 19.3mm	243.7	1,931
	19연선 20.3mm	270.9	2,179
	19연선 21.8mm	312.9	2,482

표 3-5 PS 강선 및 PS 강연선의 기계적 성질

기 호	호 칭 명	인 장 시 험			릴랙세이션시험	
		0.2% 영구 연신율 하중 kgf(kN)	인장하중kgf(kN)	연신율 %	릴랙세이션값%	
					N	L
SWPC 1 SWPD 1	(2.9mm)	1,150(11.278)이상	1300(12.749)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	(3.5mm)	1,450(17.220)이상	1650(16.181)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	(4mm)	1,900(18.633)이상	2,150(21.084)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	(4.5mm)	2,300(22.555)이상	2,600(25.497)이상	4.0이상	8.0이하	2.5이하
	5mm	2,850(27.949)이상	3,250(31.872)이상	4.0이상	8.0이하	2.5이하
	(6mm)	3,950(38.736)이상	4,500(44.130)이상	4.0이상	8.0이하	2.5이하
	7mm	5,200(50.995)이상	5,950(58.350)이상	4.5이상	8.0이하	2.5이하
	8mm	6,550(64.234)이상	7,550(74.040)이상	4.5이상	8.0이하	2.5이하
	9mm	7,950(77.963)이상	9,200(90.221)이상	4.5이상	8.0이하	2.5이하
SWPC 2	2.9mm 2연선	2,300(22.555)이상	2,600(25.497)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
SWPD 3	2.9mm 3연선	3,450(33.833)이상	3,900(38.246)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
SWPC7A	(7연선 6.2mm)	3,450(33.833)이상	4,100(40.207)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	(7연선 7.9mm)	5,600(54.917)이상	6,600(64.724)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 9.3mm	7,700(75.511)이상	9,050(88.750)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 10.8mm	10,400(101.989)이상	12,200(119.641)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 12.4mm	13,900(136.312)이상	16,300(159.848)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 15.2mm	20,800(203.978)이상	24,500(240.263)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
SWPC7B	7연선 9.5mm	8,850(86.789)이상	10,400(101.989)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 11.1mm	12,000(117.680)이상	17,100(138.274)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 12.7mm	15,900(155.926)이상	18,700(183.384)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	7연선 15.2mm	22,600(221.630)이상	26,600(260.857)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
SWPC19	19연선 17.8mm	33,600(329.503)이상	39,500(387.363)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	19연선 19.3mm	39,500(387.363)이상	46,000(451.106)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	19연선 20.3mm	43,000(421.686)이상	50,500(495.236)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하
	19연선 21.8mm	50,500(495.236)이상	58,400(572.708)이상	3.5이상	8.0이하	2.5이하

제 4 장 NT-SR 라멘교 철근공

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방은 NT-SR 라멘교 벽체, 상부슬래브 및 접속슬래브 공사에 적용한다.

1.2 참조규격

1) KS D 0244 철근 콘크리트용 봉강의 가스압점 이음의 검사방법
2) KS D 0273 철근 콘크리트용 이형봉강 가스압점부의 초음파 탐상시험 방법 및 판정기준
3) KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강
4) KS D 3508 피복 아아크 용접봉 심선재
5) KS D 3527 철근 콘크리트용 재생봉강
6) KS D 3552 철선
7) KS D 3613 철근 콘크리트용 아연도금 봉강
8) KS D 7004 연강용 피복 아크 용접
9) KS D 7006 고장력강용 피복 아크 용접봉
10) KS M 5250 강관 및 철근용 에폭시 수지 분체 도료

1.3 제출물

1) 검사 및 시험계획서

계약자는 공사착수전 검사 및 시험계획서를 해당요건에 따라 작성하여야 한다.

2) 시공도면

가) 철근에 대한 무게를 기재한 철근목록, 가공상세도, 수량표 및 설치작업 계획서와 상세자료등을 제출해야 한다.

나) 철근에 대한 설명, 상세, 치수, 배근, 조립 및 위치를 명시하고, 철근의 개수, 치수등을 표시, 겹이음과 겹대기, 지지물 및 부대품, 그리고 가공 및 설치에 필요한 사항을 명시하여야 한다.

다) 앵커볼트 수량표와 위치, 앵커, 현수재, 삽입재, 배관, 슬리브 및 철근과 간섭될 수 있는 콘크리트에 매설되는 품목에 대한 계약도면을 검토해야 한다.

라) 콘크리트 표준시방서 설계편 제7장 및 제8장의 요건에 따라 철근의 상세가공도를 작성하고, 목록에는 각 철근의 무게, 치수별 총무게 및 전체 철근의 총무게를 명시해야 한다. 무게의 계산은 KS D 3504 또는 KS D 3527에 명시된 공칭무게를 기준해야 한다.

3) 제품자료

제작자의 제품자료와 자체생산자료 및 철근 부대품에 대한 설치지침서를 제출해야 한다.

4) 시료

가) 시료는 공급된 재료를 대표하는 것이라야 하며, 이들 시료는 감독원이 임의로 발취한 추가시료와 함께 요건에 합치하는지 시험 할 수 있다. 감독원이 하는 추가 시편발취와 시험은 감독원이 적합하다고 생각하는 어느곳에서도 할 수 있다.

나) 도금 또는 에폭시 도막철근이 명시된 경우는 현장에 반입된 각 치수와 반입로트에서 길이가 30cm인 철근시료를 2개씩 채취해서 제출해야 한다.

다) 시료가 시방요건을 충족하지 못한 경우, 그 회의 반입분을 모두 거부할수 있다.

5) 확인서

가) 현장에 반입된 매회 운반분의 철근에 대해서 철근의 등급과 물리, 화학적 물성이 KS B 0802, KS B 0804, KS B 0814, KSB 0815를 포함한 해당 KS 규격에 합치한다는 것을 증명하는 품질 보증자료를 제출해야 한다.

나) 아연도금 철근은 KS D 3613의 요건에 합치한다는 확인서를 제시해야 한다.

다) 에폭시 도막철근에서 철근은 KS D 3504, 에폭시 수지 분체도료는 KS M 5250의 요건에 합치한다는 확인서를 제시해야 한다.

1.4 운반, 보관, 취급

1) 철근은 같은 치수와 길이의 것을 묶음으로 운반해야 하며, 단단히 묶고, 노출된 위치에 제조공장, 용융 또는 가열번호와 철근의 등급과 치수를 명시한 플라스틱 꼬리표를 달아 구별해야 한다.

2) 철근을 현장에 운반해서 직접 땅에 닿지않도록 적절한 보관시설에 저장하거나 덮어야 하며, 습기, 먼지, 기름 또는 콘크리트와 부착을 저해할 수 있는 기타 사유로 철근이 손상되지 않게 해야한다.

3) 아연도금 철근과 에폭시 도막철근은 도막이 손상되지 않도록 조작, 보관해야 한다.

4) 철근은 재질별, 규격별로 보관하는 것이 좋으며, 묶음이 헤쳐진후에도 철근은 구별해 두어야 한다.

1.5 타공정과의 협력작업

계약자는 콘크리트 치기작업, 거푸집 및 동바리 작업, 지수판 설치작업과 철근 가공조립작업이 서로 지장이 되지않도록 공사착수전에 조정하여야 한다.

2. 재　　료

2.1 재　　료

1) 철근은 KS D 3504 또는 동등이상의 제품이어야 한다.

2) 아연도금 철근은 KS D 3613 또는 동등이상의 제품이어야 한다.

3) 에폭시 도막철근은 KS D 3504또는 동등이상의 철근에 KS M 5250의 에폭시 도막 분체도료를 입힌 것으로 도막후 초록색 색상이 나와야 한다.

4) 강선 및 나선철근 : KS 규격에 합치하는 것이라야 한다.

5) 압접강선망 - 보통강선 : KS 규격에 합치하는것이라야 하며 강선의 치수와 망눈간격은 명시된것에 따라야 한다.

6) 압접강선망 - 이형강선 : KS 규격에 합치하는것이라야 하며 강선의 치수와 망눈간격은 명시된것에 따라야 한다.

7) 철근매트 - 보통철근 : KS D 3504 또는 KS D 3527에 합치하는 보통철근 또는 강봉을 사용하고 부재의 치수와 간격은 명시된것에 따르고 교차점에서 용접해야 한다.

8) 철근매트 - 이형철근 : KS D 3504 또는 KS D 3527에 합치하는 이형철근을 사용하고 부재의 치수와 간격은 명시된것에 따르고 교차점에서 용접 또는 접합해야 한다.

2.2 장 비

용접용 케이블은 KS C 3321, 교류 아아크 용접기는 KS C 9602, 용접용 홀더는 KS C 9607 또는 동등이상의 제품이어야 한다.

2.3 부속재료

1) 결속선은 KS D 3552에 합치해야 하거나 동등이상의 제품으로 지름 0.9mm (#20번선) 이상되는 풀림 (annealing) 철선이다. 노출콘크리트의 마무리면에 근접한 경우에는 연질의 스테인레스 강선을 사용해야 하며 도금한 철근에는 아연도금한 아연도철선을 사용해야 한다.

2) 피복 아아크 용접봉 심선재는 KS D 3508, 연강용 피복 아아크 용접봉은 KS D 7004, KS D 7006 또는 동등이상의 제품이어야 한다.

3) 간격재 (spacer)는 본체 콘크리트와 동등이상의 강도와 품질을 가진 콘크리트 혹은 모르터제, 강재를 사용하여야 한다. 필요에 따라 플라스틱제를 사용할 경우에는 감독원의 승인을 받아야 한다.

4) 에폭시 도막철근에 사용되는 부대폼 (철근 고임대 및 간격재, 현수재, 체어, 결속선 등)은 KS M 5250에 적합하도록 나일론, 에폭시 또는 플라스틱으로 도장된 것이어야 한다.

2.4 조립

1) 공통사항

가) 철근은 계약도면과 승인된 시공도면에 명시된 모양과 치수에 합치하도록 재질을 해치지 않는 방법으로 가공해야 한다.

나) 철근은 상온에서 가공하여야 하며, 할수없이 철근을 가열하여 가공하는 경우 그 작업방법에 관하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

다) 가공에 의하여 곧게 펼 수 없는 철근을 사용해서는 안된다.

라) 특정한 상세가 명시되어있지 않은 경우에는 [콘크리트 구조설계기준 (건교부, 2003) 제5장 및 제8장], [콘크리트 표준시방서 (건교부, 2003) 제4장]의 해당요건에 따라야 한다.

마) 한번 구부린 철근은 재가공하여 쓸수 없다.

2) 절단 및 굽힘

가) 절단과 굽힘작업은 사용에 적합하고 설비를 갖춘 장소에서 해야 한다.

나) 철근은 상온에서 굽혀야 하며, 굽히거나 다루기 위해 철근을 가열해서는 안된다.

다) 모든 철근의 굽힘 상세도와 수량표에 따라 표찰을 달고 적절히 단단하게 묶어야 한다.

라) 철근 가공 조립도에 철근의 구부리는 내면 반지름이 표시되어있지 않을때에는 반원형 갈고리와 90°갈고리 최소 내면 반지름이 아래표에 규정된 최소반지름 이상이 되도록 철근을 구부려야 한다.

<반원형 갈고리와 90° 갈고리의 최소내면 반지름>

철 근 의 지 름	최 소 반 지 름
D10 ~ D25	3db
D29 ~ D35	4db
D38	5db

※ db : 철근의 공칭지름

3) 용 접

가) 철근의 용접이 명기되어있고 승인받은 경우에는 철근의 준비를 포함해서 해당규격에 합치해야 한다.

나) 달리 명시되었거나 승인된 경우가 아니면 전기아크 방법으로 완전 침투된 맞대기 용접을 사용해야 한다.

다) 맞대기 용접은 철근의 규정된 항복강도 또는 다른 치수의 철근을 용접한 경우 지름이 작은 철근의 항복강도의 125% 강도를 내어야 한다.

라) 용접 전에 철근에 묻은 기름, 먼지, 기타 이물을 청소하고 화염으로 건조시켜야 한다.

마) 운송, 조작, 절단 및 굽힘으로 손상된 아연도금 피복은 KS D 3613에 명기된대로 보수해야 한다.

4) 손상된 피복의 보수

아연도금 철근은 도금 전에 냉각하고 절단해서 굽히기를 해야 한다. 운송, 조작, 절단 및 굽힘으로 손상된 아연도금 피복은 KS D 3613에 명기된 대로 보수해야 한다.

2.5 조립 허용오차

1) 절단길이 : ± 25mm

2) 트러스 철근의 깊이 : -13mm, +0mm

3) 스터럽, 결속선, 나선철근의 전체길이 : ± 13mm

4) 굽힘 : ± 25mm

5) 가공오차가 도면에 명시되어 있지 않거나 위에서 명시되지 않은 경우에는 감독원의 결정에 따라야 한다.

2.6 자재 품질관리

1) 시험

<철근 시험종목>

종 별	시 험 종 목	시 험 방 법	시 험 빈 도
철 근 (압접철근 포함)	KS D 3504 KS D 3613에 규정된 시험종목	KS D 3504 KS D 3613	• 제조회사별 • 제품규격별 100ton 마다 • 용접이음부위는 500개소마다

3. 시 공

3.1 시공조건 확인

1) 콘크리트를 치게 될 표면은 깨끗하고 철근설치에 적합한 상태인지 확인해야 한다.

2) 콘크리트에 매설된 품목, 삽입재, 슬리브 및 블록아웃 등이 필요한대로 제자리에 설치되어있는지 확인해야 한다.

3.2 시공기준

1) 공통사항

가) 철근은 계약도면, 승인받은 시공상세도, 그리고 [콘크리트 구조설계기준 (건교부, 2007) 제5장 및 제8장], [콘크리트 표준시방서 (건교부, 2003) 제4장]의 해당요건에 따라 설치해야 한다.

나) 철근은 조립 전에 이것을 청소하고 녹을 떨어내고, 그 이외의 철근과 콘크리트의 부착을 방해할 위험이 있는 것은 제거해야 한다.

다) 철근은 정확하게 설치해야 하고, 콘크리트를 치기 전에 감독원의 검사를 받아야 한다. 그리고 작업원의 체중과 콘크리트

치기로 이동되지 않도록 견고하게 고정시켜야 한다.

라) 설계도서대로의 배근이 곤란할 경우 수정 현장 시공상세도를 작성하여 감독원의 승인을 받은 후 시공하여야 한다.

2) 철근 지지물

가) 철근 고임대 (support) 및 간격재 (spacer)등의 재질 및 배치 등은 명시된 도면에 따른다. 도면에 정한바가 없을 경우 아래표와 같이 철근 고임대 및 간격재의 종류, 수량, 배치의 표준에 따른다.

부 위	종 류	수량 또는 배치
기 초	강재, 콘크리트제	- 2개/m2
지 중 보	강재, 콘크리트제	- 간격은 1.5m 표준 - 단부는 1.5m
벽, 지하 외벽	강재, 콘크리트제	- 상단은 보 밑에서 0.5m - 중단은 1.5m 간격 이내 - 횡간격 1.5m - 단부른 1.5m 이내
기 둥	강재, 콘크리트제	- 상단은 보 밑에서 0.5m이내 - 중단은 주각과 상단의 중간 - 기둥폭 방향은 1m까지 2개, 1m 이상 3개
보	강재, 콘크리트제	- 평균간격 1.5m - 단부는 1.5m 이내
슬 래 브	강재, 콘크리트제	- 상부철근, 하부철근 각각 1.3개/m2

나) 철근은 고임대(support) 및 간격재(spacer) 위에 지지되게 하고, 제자리에 이미 설치된 철근에 단단하게 결속해야 한다.

다) 금속 고임대 및 간격재의 다리는 거푸집 표면에 박히지 않고 거푸집 안에서 지지되게 하여야 한다.

라) 정확하게 간격을 두고 띠철근과 정철근은 주철근에 결속한다.

3) 조립, 이음 및 결속

가) 철근은 제자리에 놓고 간격을 맞추고 명시된 위치에 있는 모든 접합점, 교차점, 겹치는 점에서 단단하게 결속하거나 철선을 감는다.

나) 감독원의 서면승인 없이는 현재 상태에 맞추기 위해서 작업장에서 철근을 다시 굽혀서는 안된다.

다) 결속선의 끝은 거푸집 표면에서 떨어지게 해야 한다.

라) 인장철근의 이음은 될 수 있는대로 피해야 한다. 그러나 인장철근의 이음을 하는 경우에는 이음이 한 단면에 모이지 않도록 서로 어긋난 위치에 있게 해야 한다.

마) 특정한 상세가 명시되어있지 않은 경우 이음의 위치 및 방법은 [콘크리트 구조설계기준 (건교부, 2003) 제5장]에 따라 정하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

바) 계약자는 철근이음에 용접이음, 가스압점이음, 기계적이음, 슬리브 이음 등을 쓸 경우에는 그 성능을 사전에 시험등에 의한 방법으로 확인한 다음 철근의 종류, 지름 및 시공장소에 따라 가장 적당한 시공방법을 선택하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

사) 철근의 겹이음은 소정의 길이로 겹쳐서 0.9mm(#20번선) 굵기 이상의 풀림철선 (annealing 철선)으로 여러곳을 긴결해야 한다.

4) 간격 맞추기

평행한 철근간의 중심거리는 계약도면에 따라야 하며, 명시되지 않은 경우에는 순간격이 철근지름의 2배 이상이 되어야 하고, 40mm 보다 작거나 골재 최대치수의 1.5배보다 작아서는 안된다.

5) 굽힘부와 철근 종단의 종방향 위치

부재의 단부에서 규정된 철근의 덮개가 13mm이상 감소되는 경우가 아니면 명시된 위치에서 최대 ± 75mm의 오차가 허용된다.

6) 접합부

가) 접합부의 겹대기는 부착력으로 응력이 전달되도록 적당해야 한다.

나) 달리 명시된 경우가 아니면 철근지름의 최소 36배로 겹대기 한다.

다) 가능하다면 어긋나게 놓인 철근의 접합부는 접합부 사이에 최소 1.2m이상 어긋나게 해야 한다.

라) 접합부는 겹대기한 전체길이에 대해 결속하거나 감독원이 승낙한다면 용접접합 해야 한다.

7) 다월

가) 다월은 접속 시공하는 구조물과 철근의 연속성 유지를 하기위해서 명시되었거나 필요한곳에 설치해야 한다.

나) 다월은 콘크리트를 치기 전에 확실히 제자리에 결속시켜야 한다.

다) 필요한 곳에서는 적절한 지지와 정착을 위해 추가철근을 대어야 한다.

라) 다월은 매설한 후에 굽혀서는 안된다.

8) 철근 지지물, 간격재, 현수재, 체어, 결속선등의 철근은 제자리에서 간격을 유지시켜 조립하고 지지하는데 필요한 기타 품목을 포함한 철근 부대품을 갖추어야 한다.

가) 확대기초, 접지빔, 접지 슬래브에 대해서는 젖은 바닥재료가 체어다리를 지탱하지 못하는 경우에 프리캐스트 콘크리트 또는 모르터의 바닥에는 판재 또는 버림 콘크리트로 지지물을 만들어야 한다.

나) 노출콘크리트의 표면에 대해서는 지지물의 다리가 거푸집과 접촉하거나 마무리면에 근접한 경우에 아연도금, 플라스틱 피복 또는 스테인레스 강재의 다리를 가진 지지물을 만들어야 한다.

9) 강선망

가) 강선망은 될 수있는대로 길게 설치해야 하고, 모든 겹대기와 접합부에는 철선으로 결속해야 한다. 단부의 겹대기는 인접한쪽에 덧대어야 한다. 겹대기로 용접한 강선망은 겹대기 방향에서 망눈크기의 3/2배 또는 150mm 보다 작지 않아야 한다.

나) 용접 강선망은 작업원의 체중과 콘크리트 치기로 이동되지 않도록 명시되어있거나 필요한대로 적합한 지지물 부대품 및 결속선으로 제자리에 단단하게 고정시켜야 한다. 명시되어있거나 필요한 경우에는 명시된 위치에 적당하게 매설되도록 콘크리트를 치고있을 때 강선망을 들어주어야 한다.

10) 사전에 조립된 철근

가) 사전에 조립된 철근은 현장치수에 맞는지 확인하고 소정의 위치에 안전하고 정확하게 설치해야 한다.

나) 조립된 철근군과 철근군 단위의 이음은 소정의 이음성능을 얻을 수 있는 방법에 의해 실시되어야 한다.

11) 콘크리트 덮개

가) 콘크리트 덮개는 명시된 도면에 따라야 한다.

나) 설계도에 달리 명시된 경우가 아니면 철근에 대한 최소 콘크리트 덮개는 [콘크리트 표준시방서 (2003) 설계편 8.4]의 규정을 따라야 한다. 규정된 규격간에 상이한 것이 있을 경우에는 두꺼운 것을 적용한다.

다) 철근의 덮개를 정확히 확보하기 위해 적절한 간격으로 간격재를 배치하여야 한다.

3.3 시공허용오차

1) 유효깊이 d에 대한 허용오차와 휨부재, 벽체, 압축부재에서 콘크리트의 최소 피복두께 허용오차는 다음표에 따라야 한다.

<허 용 오 차>

	유 효 깊 이 (d)	콘크리트 최소 피복두께
d ≤ 20cm	± 1.0 cm	-1.0 m
d > 20cm	± 1.3 cm	-1.3 cm

다만 하단 거푸집까지의 순거리에 대한 허용오차는 -0.7cm 이며, 피복두께의 허용오차는 도면 또는 설계기준에서 요구하는 최소 피복두께의 -1/3로 하여야 한다.

2) 종방향으로 철근을 구부리거나, 철근이 끝나는 단부의 허용오차는 ± 5.0cm이며 다만 부재의 불연속단에서 철근 단부의 허용오차는 ± 1.3cm 이다.

3) 철근이 설계된 도면상의 배근위치에서 철근의 공칭지름이상 벗어나야 할 경우는 책임기술자의 승인을 받아야 한다.

4) 설치오차가 도면에 명시되어있지 않았거나 위에서 명시하지 않은 경우에는 감독원의 결정에 따라야 한다.

3.4 현장 품질관리

1) 계약자는 가혹한 부식환경 지역에 설치되는 주요구조물에 철근 부식문제가 예상되는 경우에는 책임기술자가 서명한 기술검토서를 감독원에게 제출하여 승인을 얻은 후 에폭시 수지 등으로 도막처리된 철근을 사용 할 수 있다.

2) 철근은 다른 철근이나 배관 또는 매설물과 간섭을 피하여 필요한 만큼 이동시킬 수 있다. 철근이 철근지름 이상 또는 위의 허용치를 초과하여 이동되는 경우에는 철근 배근에 대해서 감독원의 승인을 받아야 한다.

3) 철근 최소간격은 줄여서는 아니되며, 필요한 철근의 수대로 설치해야 한다.

4) 청소를 위한 통로 때문에 이동시킨 철근은 콘크리트를 치기 전에 다시 설치해서 고정시켜야 한다.

5) 시험

<철근 시험 및 검사>

종 별	시 험 종 목	시 험 방 법	시 험 빈 도	비 고
철근 용접 이음	인장시험	KS B 0802 KS B 0833	• 500개소마다	
	용접부의 내부결함	KS B 0845 or KS B 0896		
철근 가스압점 이음	외관검사	육안 및 자에의한 측정	• 제조회사별	
	초음파 탐사법	KS D 0273	• 1검사로트에 20개소 이상	• 1검사로트는 1개조의 작업반이 하루에 시공하는 압접개소의 수량
	인장시험	KS D 0244	• 1검사로트에 시험편 3개	
조 립 철 근	외관검사	육안 및 자에의한 측정	• 모든 이음부위마다	
철근 용접 이음	외관검사	육안 및 자에의한 측정	• 모든 이음부위마다	

6) 검사

콘크리트 치기를 하기 전에 감독원에게 다음과 같은 사항에 대하여 반드시 검사를 받아야 한다. 명시된 요건을 만족하지 못하거나 승인을 받기 전에 이어진 작업은 계약자의 부담으로 감독원이 지시하는 방법으로 재시공하여야 한다.

가) 철근 지지물, 결속한 겹대기 및 교차부분을 포함한 철근, 용접강선망 및 철근 매트의 설치상태

나) 용접한 철근의 접합부 및 이음부

7) 청소

가) 철근은 콘크리트를 치는 시점에 거푸집 박리제, 쇠똥 또는 뜬녹과 기타 부식물등과 같이 콘크리트의 부착을 손상시킬 수 있는 부식물과 피복물이 없어야한다.

나) 철근을 조립한지 10일이 경과한 경우에는 콘크리트를 치기 전에 다시 감독원의 검사를 받고 청소를 해야 한다.

제 3 장 NT-SR 라멘교 콘크리트공

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방은 NT-SR 라멘교의 콘크리트 공사에 적용하는 일반 콘크리트에 관한 사항들이며, 구조물의 특성이나 현장여건에 따라 일반 콘크리트 이외의 콘크리트를 적용하는 경우는 “고속도로공사 전문시방서(2005년), 6-4 콘크리트공”편에서 아래의 항목들에서 적합한 콘크리트나 내용을 적용하도록 한다.

6-4-2 한중콘크리트

6-4-3 서중콘크리트

6-4-4 팽창콘크리트

6-4-5 매스콘크리트

6-4-6 수중콘크리트

6-4-7 해양콘크리트

6-4-8 유동화콘크리트

6-4-9 섬유보강콘크리트

6-4-10 조적 및 주입용 모르터

6-4-11 줄눈 및 지수판

1.2 참조규격

KS F 2401 굳지 않은 콘크리트의 시료채취 방법

KS F 2402 포틀랜드시멘트 콘크리트의 슬럼프 시험 방법

KS F 2405 콘크리트의 압축강도 시험 방법

KS F 2409 굳지 않은 콘크리트의 단위적용중량 및 공기량 시험 방법(중량방법)

KS F 2417 굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법(수주 압력 방법)

KS F 2421 굳지 않은 콘크리트의 압력법에 의한 공기 함유량 시험 방법(공기실 압력 방법)

KS F 2502 골재의 체 가름 시험 방법

KS F 2503 굵은 골재의 비중 및 흡수율 시험 방법

KS F 2504 잔골재의 비중 및 흡수율 시험 방법

1.3 제출물

1) 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2) 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

가) 균열제어 계획서

나) 구조물 부위별 면조사(균열상태 포함)

2. 재 료

2.1 콘크리트

본 시방서 3.3절에 따른다.

2.2 강 재

본 시방서 3.4절에 따른다.

3. 시 공

3.1 시공일반

1) 착공 전에 콘크리트 공사의 골재원, 소요 골재의 운반, 레미콘 사용 또는 B/P 설치계획, 콘크리트 생산계획 등을 포함한 콘크리트 공사 시공계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

2) 콘크리트 타설 전에 타설 위치, 소요인원, 타설장비, 타설 순서 및 다짐방법 등을 포함한 콘크리트 타설 계획서를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

3) 구조물 시공전 콘크리트 균열에 대한 균열제어계획을 수립하여 감독원에게 제출하고 이를 이행하여야 하며, 거푸집 제거와 동시에 구조물 부위별 균열조사 및 면조사를 하여 그 기록을 감독원에게 제출하여야 한다. 또한 균열이 발생되었을 경우에는 균열의 발전여부 등을 계속 추적하여야 하며 이에 대한 보수·보강 대책을 강구하여 보수·보강하여야 한다.

3.2 동바리와 거푸집

본 시방서 3-3절 3.3에 따른다.

3.3 운　　반

콘크리트 비비기로부터 치기를 시작할 때까지의 콘크리트 운반시간은 외기 온도 25℃ 이상일 때 1.5시간, 25℃ 이하일 때 2시간을 넘어서는 안된다.

3.4 콘크리트 치기

1) 콘크리트를 치기전 철근 및 거푸집 등에 대해 감독원의 승인을 받은 후 치기 작업을 하여야 한다.

2) 콘크리트를 치기 전에는 물청소를 하여 이물질을 제거하여야 하며, 목재 거푸집의 경우 물을 흡수시키도록 하여 거푸집의 변형을 방지하여야 한다.

3) 한 구획내의 콘크리트는 치기가 완료될 때까지 연속 타설하여야 한다.

4) 콘크리트는 표면이 수평이 되도록 쳐야 하며 1층의 타설 높이는 40～50cm 이하로 한다.

5) 콘크리트 배출구로 부터 치기면까지의 높이는 1.5m 이하로 한다.

6) 치기 도중 콘크리트 운반차량 또는 생산장비의 고장 등으로 타설이 중단된 경우에는 시공이음(Cold joint)이 생기지 않도록

하여야 한다. 부득이 시공이음을 하여야 하는 경우에는 친 콘크리트 면이 수평이 되도록 면을 정리하고 표면의 레이탄스나 뜬돌 등을 제거하고 감독원의 확인을 받은 후 치기를 시작하여야 한다.

7) 벽 또는 기둥과 같이 높이가 높은 콘크리트를 연속해서 칠 경우에는 콘크리트 치기의 속도를 30분에 1~1.5m정도로 한다.

8) 벽체와 슬래브의 접합부는 벽체의 콘크리트 침하를 1~2시간 기다린 후 상부 슬래브를 연속타설하거나 분리타설하여야 한 다.

9) 타설되는 부재의 두께가 50cm 이상일 때는 침하균열이 발생되지 않도록 타설 속도를 저감시켜야 하며, 치기종료후 표면 조사를 하여 침하균열이 발생된 경우에는 즉시 탬핑을 하여 균열을 제거하여야 한다.

10) 거푸집 제거후 즉시 콘크리트면을 조사하고, 골재분리 등을 발견하였을 때에는 불완전한 부분을 제거하고 물로 충분히 적신 후 모르터로 매끈하게 마무리하여야 하며 수축균열이 발생되지 않도록 양생하여야 한다.

11) 콘크리트 진동기의 형식, 크기, 숫자는 부재단면의 두께와 면적, 한 번에 운반되는 콘크리트의 양, 굵은 골재의 최대치수, 잔골재율, 콘크리트 반죽질기 등을 고려하여 확보하여야 한다.

12) 교량상부의 콘크리트 슬래브는 데크 피니셔(Deck fnisher) 등을 사용하여 시공하여야 한다.

3.5 시공이음

1) 시공이음은 설계도서에 표시된 지점에 위치하여야 하며, 시공이음이 추가될 때는 반드시 감독원의 승인을 받아야 한다.

2) 시공이음은 주응력선에 직각으로 설치하여야 하며, 전단력이 최소가 되는 지점에 설치하여야 한다.

3) 시공이음은 이음선이 직선이 되도록 하여야 한다.

4) 콘크리트 타설시 시공이음면은 모래 뿜기 또는 쇠솔로 레이탄스와 느슨한 골재를 제거하고, 깨끗한 물로 고압 살수한 다음, 모르터에 의한 콘크리트의 결합이 보장되도록 하여야 한다.

5) 날개벽이나 미적 감각을 살려야 하는 구조물의 표면에는 시공이음이 생기지 않도록 특별히 주의하여야 한다.

6) 구조적으로 일체가 되도록 하기 위해서는 이음면에 부배합의 모르타르나 양질의 접합제 등을 발라 이음을 튼튼하게 할 수 있는 조치를 하여야 한다.

3.6 표면의 끝마무리

1) 굳지 않은 콘크리트 표면의 마무리

가) 상단 표면은 나무 흙손으로 두드려 모르터가 표면에 떠오르게 한 다음 요철이 없도록 고르기를 하여야 하며, 그 표면을 젖은 솔로 평평하게 문질러야 한다.

나) 마무리 작업후 콘크리트가 굳기 시작할 때까지 일어나는 균열은 다짐(tamping) 또는 재마무리에 의하여 제거하여야 한다.

다) 교량의 콘크리트 슬래브나 포장층의 표면은 데크피니셔 등으로 마무리를 하여야 한다. 다만 감독원의 승인이 있을 때에는 설계도서에 표시된 요철을 만들 수 있는 형판을 사용하여 마무리 할 수도 있다.

라) 기계마무리를 할 수 없을 때에는 감독원의 승인을 얻어 인력으로 마무리할 수도 있다. 이때에는 설계도서에 표시된 편구배에 적합하도록 흙손으로 고르고, 직선 각재로 두드린 후 마대 등으로 표면 및 거친면 마무리를 하여야 한다.

2) 경화된 콘크리트 표면의 마무리

가) 콘크리트의 표면은 거푸집을 제거한 후 즉시 마무리하여야 한다.

나) 거푸집을 지지하는데 사용했던 철선이나 기타 금속장치는 콘크리트 표면에 돌출 되지 않도록 절단하여야 한다.

다) 거푸집의 이음 때문에 생긴 불규칙한 면은 갈아내어야 한다.

라) 콘크리트 표면에 생긴 작은 구멍인 경우에는 구체에 사용했던 콘크리트와 같은 배합비의 모르터로 채움을 하며, 비교적 큰 구멍인 경우에는 주변의 느슨한 재료를 제거한 다음 물로 완전히 포화시킨 후 구멍 내부의 표면에 얇은 시멘트 막을 만든 다음 채움을 하여야 한다.

마) 구조물의 강도에 현저한 영향을 미칠 수 있는 부분은 수급인 부담으로 일부나 전부를 제거하여 재시공하여야 한다.

3.7 양생 및 보호

1) 양생 및 보호 일반

가) 콘크리트는 친 후 경화에 필요한 온도, 습도조건을 유지하며, 유해한 작용의 영향을 받지 않도록 충분히 양생하여야 한다.

나) 양생방법과 이에 소요되는 자재와 장비는 사전에 감독원의 승인을 얻어야 한다.

다) 양생기간 동안 하중을 싣거나, 충격을 가하거나, 기타 압력이 발생되는 일이 없도록 콘크리트를 보호하여야 한다.

2) 습윤양생

가) 콘크리트는 치기 후 경화를 시작할 때까지 직사광선이나 바람에 의해 수분이 증발하지 않도록 방지하여야 한다.

나) 콘크리트의 표면을 해치지 않고 작업이 될 수 있을 정도로 경화하면 콘크리트의 노출면은 양생용 가마니 및 마포 등을 덮고 살수하여 습윤양생을 하여야 한다.

다) 습윤양생이 곤란한 경우에는 콘크리트의 표면에 막을 만드는 막양생제를 균일하게 살포하여 양생하여야 한다.

라) 덮는 자재로 인해 표면이 거칠어지거나 색이 변색되지 않도록 주의하여야 한다.

3) 온도제어양생

가) 콘크리트는 경화가 충분히 진행될 때까지 경화에 필요한 온도조건을 유지하여 저온, 고온 등 급격한 온도변화로 인한 유해한 영향을 받지 않도록 하여야 한다.

나) 기온이 현저하게 높을 경우나, 콘크리트 내·외부의 큰 온도차가 예상되는 경우 또는 부재의 크기가 크고 온도상승이 큰 경우에는 온도응력에 의한 균열이 발생하지 않도록 파이프 쿨링, 프리쿨링, 표면보온 또는 이들 방법을 병용하여 콘크리트의 온도나 온도차를 제어하여야 한다.

4) 촉진양생

증기양생 등의 촉진양생을 실시할 경우에 양생온도는 콘크리트에 나쁜 영향을 미치지 않도록 양생을 개시하는 시기, 증기양생 기타의 상승 및 하강속도, 양생온도 및 양생시간 등을 정하여 감독원의 승인을 받은 후 실시하여야 한다.

3.8 P.S 콘크리트부

1) 재료의 시험 및 검사

가) 골 재

잔골재는 깨끗하고, 강하고 내구적이며 적당한 입도를 가지고 먼지, 흙, 유기 불순물, 염분 등의 유해량을 함유해서는 안된다.

잔골재는 대소의 알이 적당히 혼합되어 있는 것으로서, 그 입도는 다음 범위내에 있어야 한다.

체 번 호	10㎜	#4	#8	#16	#30	#50	#100
통과중량 백분율(%)	100	90~100	80~100	50~85	25~60	10~30	2~10

잔골재의 조립율은 콘크리트의 배합을 정할 때 사용한 잔골재의 조립율에 비하여, 0.20이상의 변화를 나타낼 때는 배합을 변경 해야 한다. 굵은 골재 최대 입경은 19mm이하이어야 한다.

굵은 골재는 깨끗하고 강하며 내구적이고 적당한 입도를 가지며, 얇은 석면, 유기불순물, 염분 등의 유해물을 함유해서는 안된다.

굵은 골재는 다음 입도 범위 내에 있어야 한다.

체 번 호	25㎜	19㎜	13㎜	10㎜	#4	#8	비 고
통과중량 백분율(%)	100	90~100	-	20~55	0~10	0~5	최대골재입경 19㎜

나) 시멘트

시멘트는 KS L 5201에 적합한 것 또는 이와 동등 이상의 것을 사용해야 한다. 프리스트레스트 콘크리트에 쓰는 시멘트는 고강도이므로 양생 후 크리프나 건조수축 등의 체적변화가 적은 것을 사용하여야 한다.

다) 물

물은 기름, 산, 염류, 유기물 등이 콘크리트 P.S STRAND(강연선) 및 철근의 품질에 영향을 주는 물질의 유해량을 포함해서는 안된다.

라) 혼화제

혼화제는 고유동화제를 사용하며, 혼화제는 품질을 확인한 후 사용해야 한다.

마) P.S STRAND(강연선)

P.S STRAND의 정착, 접속, 조립 또는 배치를 위하여 P.S STRAND에 재가공이나 열처리를 가할 경우에는, 재가공 또는 열처리에 의하여 P.S STRAND 의 품질이 저하되지 않는다는 것을 확인할 수 있는 시험을 하여야 한다.(KSD 7002)

P.S STRAND는 유해한 부식, 먼지, 기름, 변형, 열의 영향 등이 없는 것이어야 한다.

바) 쉬스관

쉬스관은 콘크리트를 타설할 때 쉽게 변형하지 않고, 이음부에 시멘트 풀이 흘러 들어가지 않는 것이어야 한다.

쉬스관은 콘크리트를 타설할 때나 타설하고 난 후 또는 외부의 충격에 의해서 형상이 변하지 않아야 하며, 기타 상세사항은 콘크리트 표준 시방서에 준하여 시행하여야 한다.

사) 정착장치

정착장치는 정착된 P.S STRAND가 규정된 인장하중을 받아, 파괴되는 일이 없고 변형이 생기지 않는 구조와 강도를 가져야 하며, 최대 6mm이내에서 쐐기의 정착이 이루어져야 한다.

아) 그라우팅시험

그라우팅 시멘트 풀은 현장과 동일한 조건에서 시험을 행하여 배합을 정하여야 하며 감독원의 승인을 득하여야 한다. 공사 중에는 소요 품질의 그라우트가 되어 있는가를 확인하여야 한다.

2) 철근조립

가) 철근은 설계도에 나타난 형상 및 치수에 일치하도록 하여야 하며, 재질이 저하되지 않는 방법으로 가공하여야 한다. 단, 현장여건상 부득이한 경우 감독관과 상의하여 일부 변경할 수 있다.

나) 철근은 조립하기 전에 깨끗이 청소하고 철근의 이음 위치가 한곳에 집중되지 않도록 바른 위치에 배치하며, 콘크리트를 타설할 때 움직이지 않도록 충분히 견고하게 조립해야 한다.

다) 철근은 조립이 끝난 후에는 반드시 감독원의 확인을 받아야 한다.

라) 거더 하단부의 피복을 유지하기 위한 스페이서 설치는 콘크리트 타설시 이탈되지 않도록 견고하게 설치해야 한다.

3) 쉬스관 및 강선배치

가) PS 강재는 설계도서에 나타난 형상 및 치수에 일치하도록 하고, 이를 배치할 때에는 쉬스관과 정착장치에 흠이 생기지 않도록 주의하여야 한다

나) PS강재 및 쉬스관은 긴장재에 인장력을 줄 때 지장이 없도록 콘크리트 블록, 강재등으로 견고하게 지지하고 콘크리트를 칠 때 거푸집과의 상대위치가 바뀌지 않도록 하여야 한다.

다) 거푸집내에 있어서 PS 강재의 위치 변동은 연단응력에 지장이 없도록 하여야 한다.

라) PS 강재 및 쉬이스의 배치가 끝나면 검사를 하여 파손여부 및 위치의 변동을 수정하여야 한다.

마) 철근 및 PS강재 배치의 허용오차는 부재치수가 1m 미만인 경우에는 5mm를 넘지 않아야 하고, 1m 이상인 경우에는 부재치수의 1/200을 넘지 않아야 하며, 어떠한 경우라도 10mm를 넘지 않아야 한다.

바) PS 강재 배치시에는 매 1m마다 결속선으로 견고하게 철근에 결속하여 콘크리트 타설시 PS강재의 위치가 변동되지 않도록 하여야 한다.

사) PS강재 및 정착장치의 배열, 위치, 정착상태 등은 감독원의 검측을 받아야 하며, 시정요구가 있을시에는 지체없이 시정·보완하여야 한다.

자) 정착장치와 쉬스관은 설계도서와 일치되도록 배치하고 튼튼하게 고정하여 콘크리트 타설중에 움직이지 않도록 하여야 한다.

차) 정착장치 및 접속장치는 설계도서에 표시된 형상과 치수에 일치하도록 조립하고, 위치와 방향을 정확하게 배치하여야 한다.

카) 정착장치의 지압면은 PS 강재와 직각이 되도록 설치하여야 한다.

타) PS 강재를 이어대는 경우 접속장치는 강재에 인장력을 줄 때 인장측에 충분히 이동될 수 있도록 하여야 한다.

파) 정착장치 및 접속장치의 배치가 끝나면 반드시 검측을 하고 파손된 것은 갈아 끼우든가 보수해야 한다. 또한 위치가 변동했으면 바로 고쳐야 한다.

4) 정착장치 및 접속장치의 조립 및 배치

가) 정착장치 및 접속장치는 설계도에 표시된 형상 및 치수가 일치되도록 조립하고, 위치 및 그 방향을 바르게 배치하여야 한다.

나) 정착장치의 지압면은 P.S STRAND와 직각이 되도록 설치해야 한다.

5) 거푸집 설치 및 검사

가) 거푸집판의 모든 이음부는 모르터가 새어나지 않도록 폴리스틸렌 (Polystyrene) 고무 또는 기타 승인된 재료를 이용하여 얇은 띠로 봉해야 한다.

나) 바닥판은 콘크리트의 소요강도 발휘 후 프리스트레스를 도입하여 재사용이 가능하므로 일반측벽과는 분리 제작토록 하여야 한다.

다) 포스트텐션 부재의 거푸집은 부재의 수축에 대한 저항을 최소로 하는(수축할 때는 저항하지 않는) 구조로 하여야 한다.

라) 거푸집은 소정의 강도와 강성을 갖도록 하여 완성된 프리스트레스 콘크리트 구조물의 위치, 형상 및 치수가 바르게 되도록 제작하여야 한다.

마) 거푸집은 공사중에 받는 연직방향하중, 횡방향하중 및 콘크리트의 측압등을 고려하여 유해한 변형, 침하를 일으키지 않도록 충분히 견고하게 시공하여야 한다.

사) 거푸집의 사용재료는 강도, 강성, 내구성, 작업성등 콘크리트 부재에 악영향을 주지 않는 구조이어야 한다.

아) 특수 거푸집을 사용하는 경우에는 감독원의 승인을 받아야 한다.

6) 콘크리트 타설

가) 타설 준비

① 콘크리트를 타설하기 전에 철근, 거푸집, 삽입 철물, 타설 순서 등이 시공 상세도 및 철근가공 조립도에 정해진 대로 배치되었는지를 확인해야 된다.

② 콘크리트를 타설하기 전에 운반장치, 타설 장비 및 거푸집 안을 청소하여 콘크리트 속에 잡물이 혼입되는 것을 방지해야 한다. 콘크리트가 닿았을 때 수분이 흡수될 염려가 있는 곳은 미리 습하게 해 두어야 한다. 다만, 습기를 지나치게 주어서 수분이 고이지는 않도록 주의해야 한다.

③ 시공자는 진동 다짐 시 철근, 쉬스관, 강선 등의 위치가 이탈되지 않도록 주의하여야 하며 타설전에 모든 쉬스관의 막힘 여부를 확인해야 한다.

나) 타설 작업

① 콘크리트의 타설 작업을 할 때에는 철근 및 매설물의 배치나 거푸집이 손상되지 않도록 해야 한다.

② 타설 작업 도중에 심한 재료분리가 생겼을 때에는 재료분리를 방지할 방법을 강구해야 한다.

③ 콘크리트 타설 작업 도중 표면에 떠올라 고인 블리딩이 있을 경우에는 적당한 방법으로 이 물을 제거한 후, 그 위에 콘크리트를 쳐야 한다.

다) 다지기

① 콘크리트 다지기에는 내부 진동기의 사용을 원칙으로 하나, 얇은 벽 등 내부 진동기의 사용이 곤란한 장소에서는 거푸집 진동기를 사용해도 좋다.

② 콘크리트는 타설 직후 바로 충분히 다져서 콘크리트가 철근 및 매설물 등의 주위와 거푸집의 구석구석까지 잘 채워져 밀실한 콘크리트가 되도록 해야 한다.

③ 콘크리트를 나누어 타설할 때에는 진동기를 아래층의 콘크리트 속에 100 mm 정도 찔러 넣어야 한다.

내부 진동기의 찔러 넣는 간격 및 한 장소에서의 진동시간 등은 콘크리트를 충분히 잘 다질 수 있도록 정해야 한다. 또, 진동기는 콘크리트로부터 천천히 빼내어 구멍이 남지 않도록 해야 한다.

④ 재진동을 할 경우에는 콘크리트에 나쁜 영향이 생기지 않도록 초결이 일어나기 전에 실시해야 한다.

7) 양생관리

가) 콘크리트는 타설 후에 저온, 건조 및 급격한 온도변화 등에 의한 유해한 영향을 받지 않도록 하고, 충분히 양생 또는 충분히 경화하지 않은 콘크리트가 진동, 충격 및 하중에 의하여 손상을 받지 않도록 보호해야 한다.

나) 시험용 공시체는 같은 조건으로 양생하여 한다.

8) 인장작업

가) 스트랜드(강연선)는 생산제조회사로 부터 규격별 시험 성과표를 받아 이를 기준으로 인장관리를 하여야 하며, 그렇지 못할 경우는 KS D 7002 SWPC 7B ϕ15.2mm의 표준규격에 따라 인장관리 계획서를 작성하고 추후 현장에서 시험인장을 실시하여 차이가 발생할 때에는 이를 수정·보완하여야 한다.

나) 마찰손실계수 k,μ값은「도로교 표준시방서」에 정해진 값을 기준으로 한다. 다만, 인장관리시에는 현장 실측 결과에 따라 이를 보정하여 사용하여야 한다.

다) 프리스트레스의 도입시기는 구조계산서의 프리스트레스 도입시 강도 이상 (프리스트레스 도입에 의한 최대 압축응력의 1.7배 이상)이어야 한다.

라) 텐던(Tendon) 인장결과의 허용범위는 인장계획표(수정)에 의한 신장력, 즉 이론적 계산치와 실제 현장에서 실측된 신장량의 차이에 의해 산출된 것으로 ±5%를 적용한다.

9) 긴장시 주의사항

가) PS강재의 긴장순서는 설계도서에 표시한 순서로 긴장한다.

나) 실제 긴장력과 늘음량이 일치할때는 상관 없으나 상이한 결과가 나올때는 늘음량을 기준으로 하여 설계 늘음량의 5% 이내에서 조정한다.

다) 긴장은 설계도서대로 하며 긴장력이 동시에 작용하도록 한개의 유압기를 사용한다.

라) PS 강재의 배치 작업시 위치오차에 의한 원인과 긴장작업 잘못으로 인하여 수평휨 (sweep)이 작용될 수 있으므로 오차한계 이상은 수정하여야 한다.

마) 인장시에는 안전을 위하여 인장 잭의 뒷부분을 피하고 옆에서 관리할 수 있도록 해야 한다.

바) 잭을 정착구에 설치하기 전에 자연상태로 된 PS 강재의 정착구 바로 뒷부분을 지워지지 않도록 페인팅을 하여야 한다.

사) 잭을 정착구에 설치한 후 매 100kgf/cm2 압력마다 잭의 램(ram) 길이를 측정해야 한다.

아) 잭의 압력 게이지는 공인된 교정검사기관에서 검사를 받은 후 사용한다.

10) 그라우팅 작업

가) 적용 범위

인장작업 후 쉬스관내의 P.S STRAND의 부식방지를 위해 시멘트 그라우팅을 실시하여야 한다.

나) 그라우팅을 위한 준비작업

① 그라우팅시에는 온도변화에 의한 Tendon자체의 수축, 팽창에 따르는 힘이 발생되며, 온도가 높으면 블리딩(Bleeding)현상이 발생하기 전에 몰탈이 경화될 우려가 있으므로, 그라우팅은 현장여건을 감안하여 동일한 조건하에 모의시험을 실시하여야 한다.

② 그라우팅에 적용될 물/시멘트와 각 재료의 배합관계를 작성하여 참고자료로 사용한다.

③ 시험 그라우팅시 시험 및 주요 점검사항

a. 쉬스관 및 정착부 내부에 공기 및 공극이 없이 완전히 충진되는 상태 점검

b. P.S STRAND과 Grout 자재와의 부착관계

c. 현장조건하의 그라우팅 장비 및 작업의 연속성

④ 몰탈 배합시험

a. 쉬스내에 주입된 몰탈은 Tendon의 강선을 부식으로부터 보호하는 역할과 구조물에 하중이 전달되었을 때 External Tendon의 진동방지를 위한 역할을 한다. 따라서 시멘트 몰탈은 주입시 Tendon내부에 충분히 주입되어야 하며, 유동성이 좋은 몰탈을 사용하여야 한다.

b. 그라우팅 배합비

- 물, 시멘트, 모래, 혼화제(팽창제+유동화제)를 혼합하여 약 2분정도 혼합한다.
- W/C비는 3최대 45%이하이어야 한다. 동절기에는 안정성을 위하여 40%이하로 한다.
- 혼화제는 시멘트 중량의 0.5~1.0%정도 사용한다.
- 침전은 거의 없어야 하며, 팽창은 약 0.5%정도이어야 한다.

c. 그라우팅 믹서

- 믹서는 혼합조와 주입조가 분리되어 연속작업이 가능해야 한다.
- 일정한 물-시멘트비가 유지되도록 정확한 계량이 가능한 물탱크 부착

- 최대 주입압력은 20bar를 낼 수 있어야 한다.

d. 그라우팅 작업시 주의사항

- 그라우팅 실시전 덕트상태(HDPE이음부, 그라우팅 Hole, Air Bent, Deviation Block의 Steel Pipe와 HDPE Tube연결부) 등을 점검하여야 한다.
- 그라우팅은 가능한한 텐던을 인장하고 8시간 후, 7일이내에 실시하여야 한다.
- 그라우트 잔류수나 공기가 완전히 제거될 때까지 계속한 후 그라우트 벤트 호스를 막아야 한다.
- 장비 및 주입압력계는 정기점검하며 주입압력은 1MPa이하로 하여야 한다.
- 주입시 작업 중단 시간은 30분 이하로 하여 초기응결이 안되도록 하여야 한다.
- 출구에서의 Grout는 균등질이어야 하고 주입 완료시 출구를 막고 여압을 가한다.

제 3 장 NT-SR 라멘교 강거더공

1. 일반사항

1.1 적용범위

본 시방은 NT-SR 라멘교의 강거더 제작을 위한 볼트, 용접, 용접봉, 열간가공, 도장 및 강거더 가설에 적용한다.

1.2 참조규격

KS B 0801 금속 재료 인장 시험편

KS B 0802 금속 재료 인장 시험방법

KS B 0803 금속 재료 굽힘시험편

KS B 0804 금속 재료 굽힘 시험 방법

KS B 0809 금속 재료 충격시험편

KS B 0810 금속 재료 충격 시험 방법

KS B 0811 비커스 경도 시험방법

KS B 0816 침투 탐상시험방법 및 지시 모양의 분류

KS B 0833 맞대기 용접이음의 인장 시험 방법

KS B 0845 강 용접부의 방사선 투과시험 방법 및 투과사진의 등급 분류 방법

KS B 0885 용접기술검정에 있어서의 시험방법 및 판정기준

KS B 0896 강 용접부의 초음파 탐상시험방법 및 시험결과의 등급분류 방법

KS B 1010 마찰 접합용 고장력 6각 볼트·6각 너트·평와셔의 세트

KS B 5209 강재 줄자

KS D 0210 강의 매크로 조직 시험 방법

KS D 0213 철강재료의 자분탐상시험 방법 및 결함 자분모양의 등급분류

KS D 3503 일반구조용 압연 강재

KS D 3504 철근 콘크리트용 봉강

KS D 3507 배관용 탄소강관

KS D 3509 피아노선재

KS D 3515 용접구조용 압연 강재

KS D 3559 경강선재

KS D 3566 일반구조용 탄소강관

KS D 3710 탄소강 단강품

KS D 3752 기계구조용 탄소강재

KS D 4101 탄소주강품

KS D 4102 구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품

KS D 4106 용접구조용 주강품

KS D 4117 니켈-크롬 몰리브덴강 단강품

KS D 4301 회 주철품

KS D 4302 구상흑연주철품

KS D 7004 연강용 피복 아크 용접봉

KS D 7006 고장력 강용 피복 아크 용접봉

KS F 4602 강관말뚝

KS F 4605 강관시트파일

KS M 6518 가황 고무 물리 시험 방법

1.3 제출물

1) 공사계획에 맞추어 시공계획서를 작성하여 제출하여야 한다.

2) 다음 사항을 추가로 제출하여야 한다.

가) 공정별, 품목별 검사 및 시험계획서

나) 용접관련 절차서

다) 비파괴 검사 관련 절차서

라) 제작도

마) NCR 처리 절차서

바) 용접부 검사 및 시험 요령서

사) 자재의 보관 및 운송 절차서

아) 부재의 운송 및 가설 계획서

자) 도장 시공계획서

차) 재료 품질 보증서

카) 도장검사 성적서

타) 유자격 용접사 명단 및 용접사 자격인증 기록서

2. 재 료

강구조물 공사에 쓰이는 재료는 표 3-11의 규격과 본시방서 3.4절에 적합하여야 한다.

3. 시 공

3.1 일반 사항

1) 수급인은 설계도서에 대한 검토를 한 후 필요한 제반사항이 제작도서 작성시 반영될 수 있도록 하여야 한다.

2) 제작도서에는 전문기술자의 날인이 있어야 하며, 강교제작시에는 감독원의 서면승인이 있기 전에는 강교 제작을 할 수 없다.

<표 3-11 표준강재>

구 분	규 격		강 재 기 호
구조용 강재	KS D 3503	일반구조용 압연강재	SS 275, SS 315, SS 410
	KS D 3515	용접구조용 압연강재	SM275A, SM275B, SM275C, SM 355A, SM355B, SM355C, SM 355YA, SM355YB, SM 420B, SM420C, SM 460
	KS D 3529	용접구조용 내후성열간 압연강재	SMA 275AW, AP, BW, BP, CW, CP SMA 355AW, AP, BW, BP, CW, CP SMA460W, P
강 관	KS D 3566	일반 구조용 탄소강관	SGT275, SGT355, SGT410, SGT450, SGT550
	KS F 4602	강관말뚝	SPS 400, SPS 500
	KS F 4605	강관시트파일	SKY 400, SKY 500
접합용강재	KS B 1010	마찰접합용 고장력 6각볼트, 6각너트, 평와셔의 세트	F8T, F10T
	JIS	T/S볼트	
용접재료	KS D 7004	연강용 피복 아크 용접봉	
	KS D 7006	고장력강용 피아크 용접봉	
	KS D 7204 AWS, JIS	고장력강용 탄산가스 아크 용접재료	

구 분	규 격		강 재 기 호
주단조품	KS D 3710	탄소강 단강품	SF 490A, SF 540A
	KS D 4101	탄소주강품	SC 460
	KS D 4106	용접구조용 주강품	SCW 410, SCW 480
	KS D 4102	구조용 고장력 탄소강 및 저합금강 주강품	SCMn 1A, SCMn 2A
	KS D 3752	기계 구조용 탄소강재	SM 35C, SM 45C
	KS D 4301	회주철품	GC 250
	KS D 4302	구상 흑연주철품	GCD 400
선재, 선재차제품	KS D 3509	피아노 선재	PWR
	KS D 3559	경강 선재	HSWR
	KS D 7002	PC 강선 및 PC 강연선	원형선SWPC1, 이형선SWPD1, 2연선SWPC2, 이형3연선WPD3, 7연선SWPC7, 19연선SWPC19
봉 강	KS D 3504	철근콘크리트용 봉강	SD 30, SD 35, SD 40
	KS D 3505	PC 강봉	A종 1호 SBPR 785/930, A종 2호 SBPR 785/1030 B종 1호 SBPR 930/1080, B종 2호 SBPR 930/1180

3.2 제작도서(Shop drawing)

1) 제작도서는 선형 및 솟음 등을 고려하여 작성하여야 한다.

2) 제작도서상에는 용접이음부의 상세부(Joint detail), 루트면(Root face), 루트간격(Root gap), 비파괴시험(NDT) 등의 요구사항을 상세히 기입하여 현장작업시 작업원이 충분히 인지하도록 하여야 한다.

3) 강재의 재질은 감독원이 밀쉬이트(Mill sheet)와 대조하여 합격여부를 확인하여야 한다.

4) 감독원이 승인하였다 하더라도 제작중 수정되는 사항에 대하여는 수급인 부담으로 보완 조치하여야 한다.

3.3 마　킹

1) 기준테이프

가) KS B 5209에 규정된 Hand tape 1급의 50m 1본을 공장내에 상시 비치하고, 이를 공장 기준테이프로 표시하여 관리하여야 한다.

나) 공장내에서 테이프의 품질관리는 테이프 취급요령을 작성하여 이에 따라야 하며 테이프의 정밀도가 유지되도록 하여야 한다.

2) 마킹작업

가) 마킹작업을 할때에는 마킹 치수의 정밀도가 절단후 다음의 부재치수 오차가 되도록 관리방법을 정하여야 한다.

① 치수 허용차 : 0.5mm 이내

② 대각선 허용차 : $L \times 1/1{,}000$ 이내, 3mm 이내

나) 강재의 마킹작업은 CAD에 의한 마킹작업을 하여야 한다. 다만, 구조가 간단하거나 설계도서의 상세치수가 분명하여 문제점이 없을 경우에는 마킹작업을 하지 않아도 된다.

다) 주요 부재의 마킹시에는 휨가공을 하는 곳이나 완성 후 노출되는 부위에 대하여 흠을 내서는 안된다.

3.4 절단 및 절삭

1) 외부에 노출되는 부분은 말끔히 마무리 하여야 하며 절단과 모서리의 정리는 신중하고 정확하게 시행하여야 한다.

2) 직선부재의 경우 절단은 레일에 의한 자동가스절단으로 하며, 기타 부재의 절단은 NC(Numerical Calculating) 컷팅기 또는 Shape 컷팅기를 이용하여 절단하여야 한다. 절단법은 모재의 기계적 성질에 영향이 적고, 절단면의 정밀도가 좋으며, 또한 절단능률이 좋은 방법을 선정하여야 한다.

3) 인력에 의한 산소절단은 감독원이 확인한 부위에만 시행하여야 한다.

4) 주요부재의 판 절단은 주응력 방향과 판의 절단방향을 압연방향과 일치시켜야 하며, 절단작업 착수전에 재단도(Nesting plan)를 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

5) 모서리 갈기는 절단직후 작업을 하여야 한다.

모서리 갈기의 둥근 형상은 부재 조립후 도장면이 되므로 외부의 자유단인 절단면의 각은 2mm 이상의 둥글기로 하고 기타의 자유단은 반경 1.0mm 이상의 둥근면으로 갈기를 하여야 한다. (갈기가 되지 않으면 도장이 부착되지 않아 도장 취약부위가 됨)

6) 절단재에 녹, 기름, 도료 등 이물질이 부착된 경우에는 제거후 절단하여야 한다.

7) 강재에 대한 가스절단면의 품질기준은 표 3-12에 따른다.

<표 3-12 가스절단면의 품질기준>

부 재 의 종 류	주 요 부 재	2 차 부 재
표면 거칠기	50S 이하	100S 이하
노치깊이	노치가 없어야 한다.	1mm 이하
슬래그	슬래그 덩어리가 점점이 부착되어 있더라도 흔적을 남기지 않고 브러쉬로 쉽게 제거되는 것이어야 한다.	
상연의 상태	약간은 둥근모양을 하고 있지만 매끄러운 상태의 것이어야 한다.	

(주 : 1S = 1/1,000mm의 요철)

8) 마무리된 부재는 설계도서에 표시된 선형에 맞아야 하며, 비탈면이나 구부림이 없어야 하고, 모든 결속부에는 틈이 없어야 한다.

가) 모서리 갈기

두께가 16㎜ 이상인 철판의 절단면은 6.4㎜ 깊이까지 갈아야 한다.

나) 지지면의 마무리

다른 부재 또는 콘크리트와 접촉하는 강판의 표면요철은 감독원이 지시한 값 또는 설계도서에서 규정한 값과 일치하여야 한다.

다) 맞이음

압축부재의 이음은 이어지는 면을 다듬어 수평지지가 되도록 하여야 하며, 이어지는 면을 다듬지 않을 경우에는 그 벌어진 틈이 6.4㎜를 초과해서는 안된다.

3.5 핀과 로울러

1) 핀과 로울러는 설계도서에 표시된 치수에 정확히 맞도록 제작하여야 하며, 표면이 매끄럽고 결점이 없어야 한다.
2) 직경이 230㎜ 이상인 핀과 로울러는 열간가공을 하여야 하며, 직경이 230㎜ 미만인 핀과 로울러는 열간이나 냉간으로 가공할 수 있다.
3) 직경이 230㎜ 이상인 핀은 열간가공 후 천천히 냉각시켜 축방향으로 51㎜ 이상의 정해진 직경에 맞게 정확히 가공하여야 하며 면이 매끄러워야 한다.

3.6 구멍뚫기

1) 가조립이전에 구멍을 뚫는 경우에는 형판을 사용하거나 드릴등을 사용하는 방법으로 정확하게 뚫어야 한다.
2) NC 구멍뚫기로 구멍을 뚫는 경우에는 정밀도를 확인한 후 사용하여야 하며, 정밀도를 기록하여 보관해 둔다.
3) 이음 구멍의 모서리부는 면갈기를 하여야 한다.
4) 구멍은 찢어지거나 늘어진 곳이 없도록 깨끗이 뚫어야 하며, 잘맞지 않는 구멍이 뚫린 부재는 감독원이 사용을 금지시킬 수 있다.
5) 볼트의 공경은 표 3-13과 같이 허용오차에 맞는 드릴 지름을 선정하여야 한다.

<표 3-13 볼트의 공경 및 허용오차>

볼트의 명칭	볼트의 공경(mm)	볼트 공경의 허용오차(mm)	
		일반의 경우	볼트군의 20%에 대하여 인정될 수 있는 값
M20	22.5	+0.5	+1.0
M22	24.5	+0.5	+1.0
M24	26.5	+0.5	+1.0
M27	30.0	+1.0	+1.5
M30	33.0	+1.0	+1.5
M36	39.0	+1.0	+1.5

6) 구멍의 직각도는 1/20 이하로 한다.

7) 종리브, 대각브레이싱 및 기타의 2차 부재에 대하여도 동일하게 적용하여야 한다.

8) 구멍은 정확히 원을 유지하여야 한다.

3.7 고장력볼트

1) 일반사항

볼트는 KS B 1010 이음용 강재의 규정에 맞아야 하며, 볼트의 길이는 연결되는 부재의 총두께에다 와샤와 너트를 박을 수 있는 길이를 포함하여 부재를 충분히 체결할 수 있도록 선택하여야 한다. 또한 현장 반입하는 볼트에 대해서는 토크계수치를 측정하여야 한다. 특히 T/S볼트 사용시에는 감독원의 승인을 받아야 한다.

가) 볼트의 보관

① 볼트는 녹발생, 나사부의 파손에 주의하며, 습기가 없는 창고에 보관하여야 한다.

② 현장의 1일 작업이 종료했을 때 사용하고 남은 볼트는 포장하여 보관하여야 하며, 미사용 볼트를 방치해서는 안된다.

③ 볼트 세트는 공장 출하시의 상태가 현장 시공시까지 유지될 수 있도록 포장 및 보관에 주의하여야 한다.

나) 접합면의 관리

① 접합된 재편의 접촉면은 흑피를 제거하고 면을 거칠게 하여야 하며, 접촉면에는 도장을 하여서는 안된다. 다만 요구하는 마찰력을 유지할 수 있을 경우에는 도장할 수 있다. 그러나 지압접합일 때에는 프라이머 도장의 제거를 생략할 수 있다.

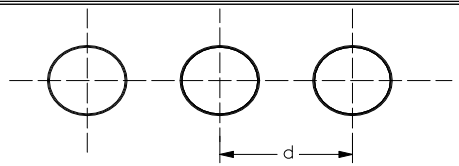
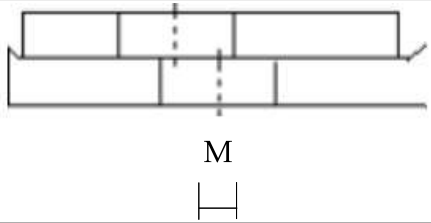
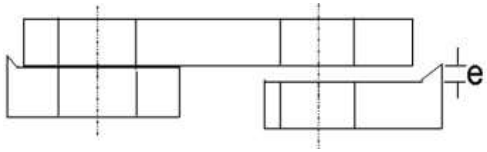
② 현장에서 재편을 조일 때에는 접촉면이 부식된 부분 (기름, 먼지등으로 더러워진 부분)은 와이어 브러쉬등으로 깨끗하게 청소하여 이를 제거한 후 볼트를 조여야 한다.

③ 접촉면의 마찰계수는 μ>0.4를 확보하여야 한다.

④ 도장을 하지 않는 경우 재편의 접촉면은 50S 정도의 조면(거칠기)으로 하여야 한다.

⑤ 볼트 접합면의 정밀도는 표 3-14에 따른다

<표 3-14 볼트 접합면의 정밀도>

명 칭	그 림	허 용 차	비 고
구멍 간격 (d)		± 2mm	
구멍의 엇갈림 (M)		* 마찰 접합(1mm) * 지압 접합(0.5mm)	
접합부의 표면 틈새 (e)		1m/m	

2) 볼트의 체결

가) 볼트의 체결

① 볼트의 체결을 위한 기구의 보정(Calibration)은 작업개시 전에 행하며, 정밀도를 확인하여야 한다.

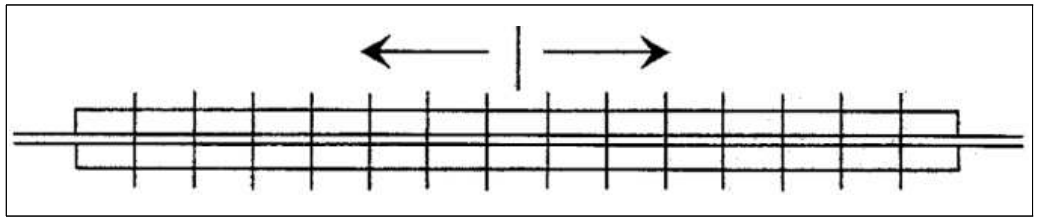
② 볼트는 계기를 부착한 렌치를 사용하여 너트를 돌리는 방법으로 조여야 하며, 렌치의 작업공간이 부족할 경우에는 감독원의 승인을 받아 너트를 돌리지 않고, 볼트를 돌려 조일 수 있다.

③ 용접과 고장력볼트의 마찰이음을 병용할 때에는 용접완료 후에 고장력 볼트를 체결하여야 한다. 또한 고장력볼트를 조인 후에 용접할 경우에는 구속에 의한 영향을 고려하여야 한다.

④ 충격식 렌치를 사용할 경우에는 매 볼트당 10초내에 조임을 완료할 수 있는 강도의 능력을 갖는 것이어야 한다. 계기를 부착한 렌치는 최소볼트의 인장력보다 5~10%의 인장력을 더 발휘할 수 있는 것이어야 한다.

⑤ 볼트의 체결 순서는 볼트 군의 중앙에서 시작하여 양쪽으로 균형있게 진행하면서 순서대로 체결하여야 한다. 처음에는 요구되는 토오크의 60%정도로 조이고 다음 (2차)에는 규정된 토오크로 체결하여야 한다.(그림 1참조)

그림 1. 볼트체결순서



⑥ 볼트의 체결을 토오크법에 따라 할 경우에는 표준볼트의 축력이 균일하게 도입되도록 체결 토오크를 조정하여야 하며, 또한 체결시 토오크계수치의 변화를 확인하여야 한다.

나) 체결 볼트의 축력

① 마찰접합에 의한 볼트의 체결은 표 3-15에 표시된 설계볼트의 축력을 얻을 수 있도록 조여야 한다.

② 체결볼트의 축력은 설계볼트의 축력을 10% 증가시킨 값을 표준으로 한다.

<표 3-15설계 볼트의 축력>

세 트	볼트의 호칭	설계 볼트 축력(T)
F8T	M20	13.3
	M22	16.5
	M24	19.2
F10T	M20	16.5
	M22	20.5
	M24	23.8

다) 검 사

① 계기를 부착한 렌치를 사용할 경우에는 감독원은 계기의 정확성 여부를 시험하여야 하며, 수급인은 감독원의 입회하에 정확히 조정된 검사용 렌치를 사용하여야 한다.

② 체결시에 체결 완료된 볼트는 표시를 해 두어야 한다. 토오크법에 따를 경우에는 토오크 렌치 등에 의한 검사를 하는 것으로 한다. 이때 체결 검사의 수는 각 볼트의 무리에 대하여 볼트 개수의 10%를 표준으로 하고 그 검사시기는 볼트를 조인 후 즉시 하여야 한다.

③ 검사용 렌치로 토오크 렌치를 사용할 경우에는 공사에 쓰이는 대표적인 규격의 볼트 3개를 최소 볼트 인장력까지 조인다음 검사용 렌치를 사용하여 너트를 5°(개략 12inch 반경의 원주상 1inch 이동) 돌리는데 필요한 힘을 평균해서 검사용 힘으로 결정한다.

④ 검사용 렌치로 동력렌치를 사용할 경우에는 3개의 볼트를 규정된 최소 볼트의 인장력보다 5%～10% 더 큰 힘으로 조일 수 있도록 조정한 값을 검사용 힘으로 결정한다.

⑤ 구조물의 결합에 사용한 볼트 중 10%를 임의로 선택하여(최소 2회 이상)검사용 힘을 가하였을 때 돌아가는 것이 있으면 전 볼트를 다시 조이고 검사를 받아야 한다.

3) 볼트의 품질 기준

가) 볼트의 공경 및 구멍의 허용차는 표 3-16와 같다.

<표 3-16 볼트의 공경 및 구멍의 허용차>

(단위 : mm)

볼트의 호칭	볼트공경		볼트구멍의 허용차	
	마찰접합	지압접합	마찰접합	지압접합
M20	22.5	21.5	+0.5	± 0.3
M22	24.5	23.5	+0.5	± 0.3
M24	26.5	25.5	+0.5	± 0.3

(단, 마찰접합일때에는 한 볼트군의 20%에 대하여 +1.0mm까지 인정할 수가 있음.)

나) 재편을 조립한 경우 구멍의 엇갈림은 표 3-17과 같다.

<표 3-17 볼트 구멍 엇갈림 허용기준>

종 류	기 준
마 찰 접 합 시	1.0mm 이하
지 압 접 합 시	0.5mm 이하

다) 볼트구멍의 관통율 및 정지율은 표 3-18과 같다.

<표 3-18 볼트구멍의 관통율 및 정지율>

접합의 종류	볼트의 호칭	관통게이지(mm)	관 통 율(%)	정지게이지(mm)	정 지 율(%)
마찰접합	M20	21.0	100	23.0	80이상
	M22	23.0	100	25.0	80이상
	M24	25.0	100	27.0	80이상
지압접합	M20	20.7	100	21.8	100
	M22	22.7	100	23.8	100
	M24	24.7	100	25.8	100

3.8 용 접

1) 일반사항

가) 용접은 필요한 이음성능을 만족하도록 아래 사항을 확인한 다음 신중하게 시공하여야 한다.

① 강재의 종류와 특성

② 용접방법, 홈형상 및 용접재료의 종류와 특성

③ 조립되는 재편의 가공, 조립정밀도, 용접부분의 청결도와 건조상태

④ 용접재료의 건조상태

⑤ 용접조건과 용접순서

나) 공장용접은 공장내 또는 이와 동등한 조건에서 실시하여야 한다.

다) 재료 및 구조물의 종류, 특징에 맞는 용접 시공요령을 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

2) 용접종사자

가) 용접종사자는 용접기술자와 용접공으로 분류하며, 자격요건은 "도로교 표준시방서" 및 KS에서 정하는 자격을 가진 자이어야 한다. 수급인은 용접작업을 수행할 명단을 작성하여 감독원의 확인을 받아야 한다.

나) 용접공

① 용접공은 KS B 0885에 정해진 시험종류 중 그 작업에 해당하는 시험(용접자세, 사용 강재두께, 받침쇠 사용 유무를 확인한 시험)에 합격한 자로 하며, 최소한 중판 이상의 용접모재에 합격한 자이어야 한다.

② 용접공은 6개월 이상 용접공사에 종사하고 공사 전 2개월 이상 계속해서 그 공장에서 용접공으로 종사한 자라야 한다.

③ 용접공에 대한 용접기술 결정기준은 다음과 같이 적용하여야 한다.

㉮ 수동용접(피복아아크용접법 등) : KS B 0885 A-2F, A-2V, A-20

㉯ 자동용접(서브머어지드 아크용접법) : KS B 0885 A-2F

㉰ 반자동용접(Flux cored 아크용접법) : KS B 0885 SA-2F

3) 용접시공시험

가) 피복아크용접법을 제외한 모든 용접법에 대해서는 용접절차서(Welding procedure specification), 절차검정기록서(Procedure qualification record)를 작성하여야 하며, 아래사항에 해당할 경우에는 용접시공시험을 하여야 한다.

① SM A41, SM 50, SM 520, SM 58의 판두께가 38mm를 초과하고, SM A 50, SM A 58의 판두께가 25mm를 초과할 경우

② SM 58, SM A 58에 있어서 한 패스의 입열량이 70,000 joule/cm을 초과할 경우

③ 피복용 아아크용접법(수동용접에만 해당) 및 서브머어지 아아크 용접법 이외의 용접법을 사용할 경우에는 용접비이드를 단층으로 하고, 용접조건은 최초 층의 용접조건으로 한다. 또한 경도 측정자료의 채취 및 경도치 판정은 KS D 3503에 따른다.

나) 현장용접을 할 경우

현장에서 용접시공시험을 할 경우에는 공시강판의 선정, 용접조건의 선정 및 기타사항에 대하여는 아래에 따라야 한다.

① 공시강판에서는 같은 용접조건으로 취급하는 강판 중 가장 조건이 나쁜 것을 사용하는 것이 좋다.

② 용접은 실제의 시공에 사용하는 용접조건으로 하고, 용접자세는 실제로 행하는 자세 중 가장 불리한 것으로 한다.

③ 서로 다른 강재의 홈 용접시험은 강도가 큰 쪽의 강재로 시험하여야 한다. 동일한 강종으로 판두께가 다른 이음에 대하여는 얇은 쪽의 강재로 시험하여도 좋다.

④ 재시험은 처음 개수의 2배로 한다.

4) 판이음 조립 및 정밀도

가) 재편은 조립전에 충분히 치수, 정밀도 및 변형의 유무 등을 살핀 후 무리한 구속없이 조립이 되도록 수정을 하여야 한다.

나) 조립에 있어서는 보조공구를 유효하게 이용하고 무리가 없는 자세로 가붙임 용접을 할 수 있도록 고려하여야 한다.

다) 조립을 지지하기 위한 자재나 뒷댐(Strong back) 등의 이재(異材)를 모재에 임시로 붙이는 것은 될 수 있는대로 피하고, 특이한 형상의 부재로 불가피한 경우에는 감독원의 승인을 받은 후 사용하여야 하며, 붙이기 및 떼기는 모재에 손상이 가지 않도록 하여야 한다. 또한 부득이 흠이 난 경우에는 결함 보수기준에 따라 보수하고 보수기록을 감독원에게 제출하여야 하며 원본을 보관하여야 한다.

라) 재편의 조립 정밀도는 완성시 “부재의 정밀도 기준”을 만족시키도록 하고 재편을 조립할 경우 개선부분의 정밀도는 표 3-32에 따라야 한다.

마) 부재의 개선부분 간격이 허용기준 내에 들어오지 않는 경우에는 살붙이기 보수 또는 개선을 하여 용접한다. 이 경우 R.T나 U.T로 용접검사를 하여야 하며, 반드시 수정계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다. 일반적으로 살붙이기 보수의 허용범위는 설계 루트간격 +10mm 이내로 제한한다.

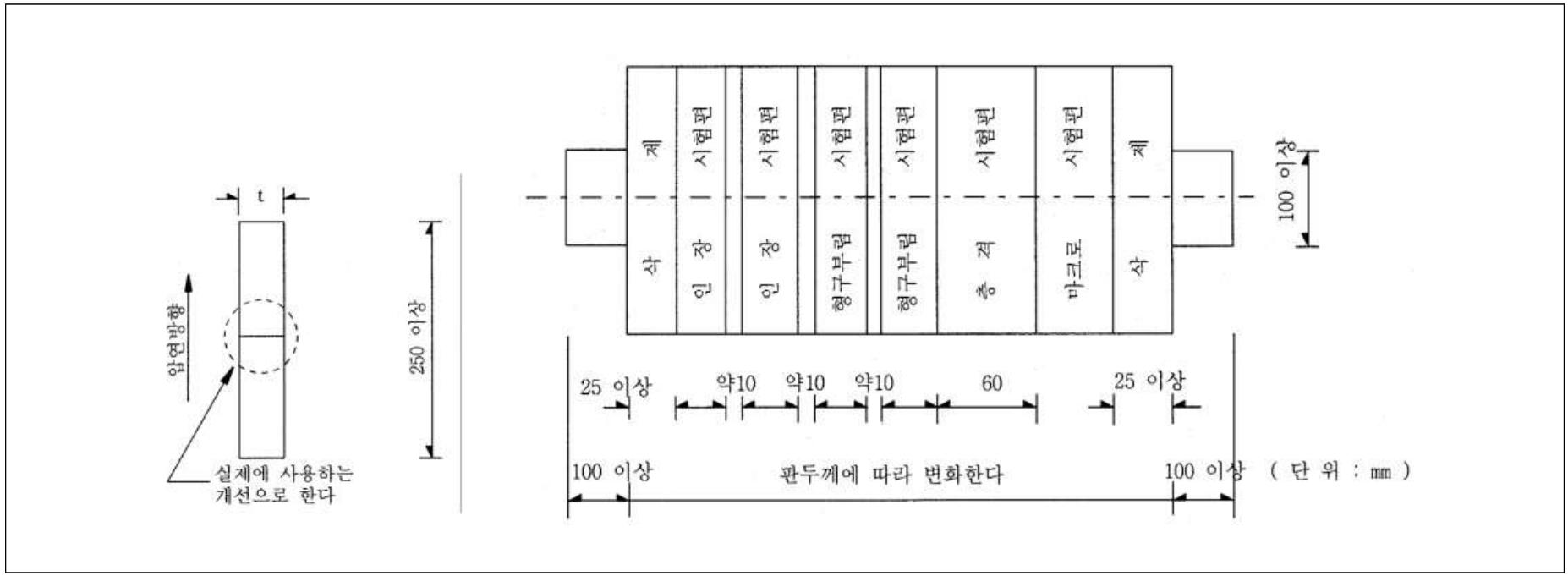
바) 판이음부에 휨이 생기지 않도록 역변형 등의 처리를 하여야 한다.

사) 판이음의 조립정밀도는 표 3-36에 따른다.

<표 3-19 용 접 시 공 시 험>

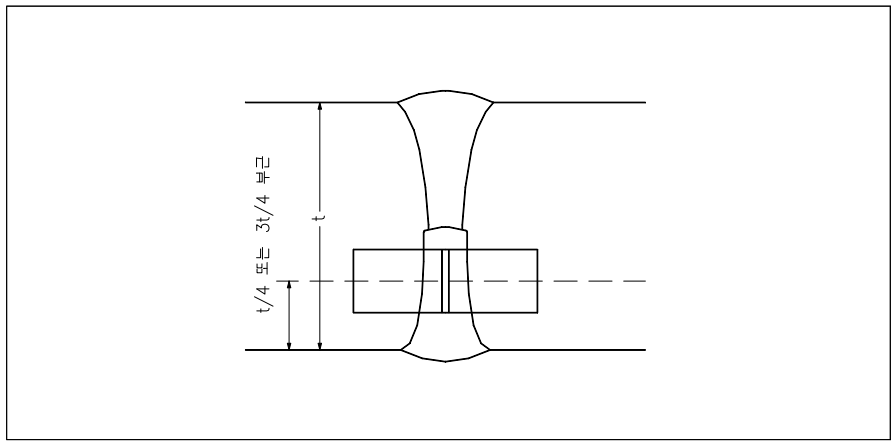
시험의 종류	시험항목	용접방법	시험편 형상	시험편 개수	시험방법	판정기준
소재시험	인장시험	-	KS B 0801 1,4,5호	2	KS B 0802	KS D 3503 및 KS D 3515에 따른다.
	굽힘시험		KS B 0803 1호	2	KS B 0804	
	충격시험		KS B 0809 4호	3	KS B 0810	
홈 용 접 시 험	인장시험		KS B 0801 1호	2	KS B 0833	인장강도가 모재의 규격 이상
	형틀굽힘시험 (19mm 미만 뒤로 구부리기, 19mm이상 옆구부리기)	그림 2에 따른다	KS B 0803 3호	2	KS B 0832 3호	균열이 생겨서는 안된다
	충격시험		KS B 0809 4호 (시험편 채취위치는 그림3에 따른다)	3	KS B 0810	용착 금속으로 모재의 규격치 이상(3개의 평균값)
홈 용 접 시 험	마크로 시 험			1	KS D 0210 에 따른다.	결함이 있어서는 안된다
	방사선 투과시험			시험편 이음전장	KS B 0845 에 따른다.	2급이상(인장측) 3급이상(압축측)
필렛용접 시 험	마크로 시 험	그림 4에 따른다	그림 4에 따른다	1	KS D 0210 에 따른다.	결함이 있어서는 안된다
최고경도 시 험	최고경도 시 험	그림 5에 따른다	그림 5에 따른다	1	KS B 0811	HV ≤ 370

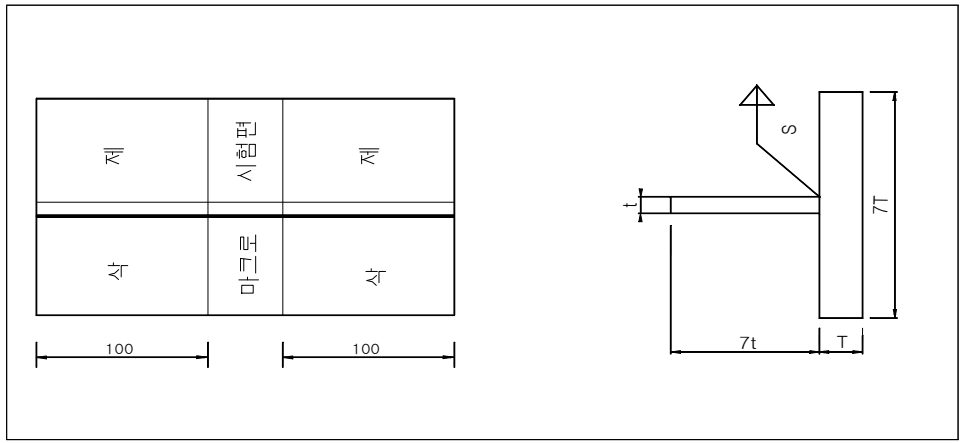
<그림 2 홈 용접시험 용접방법>



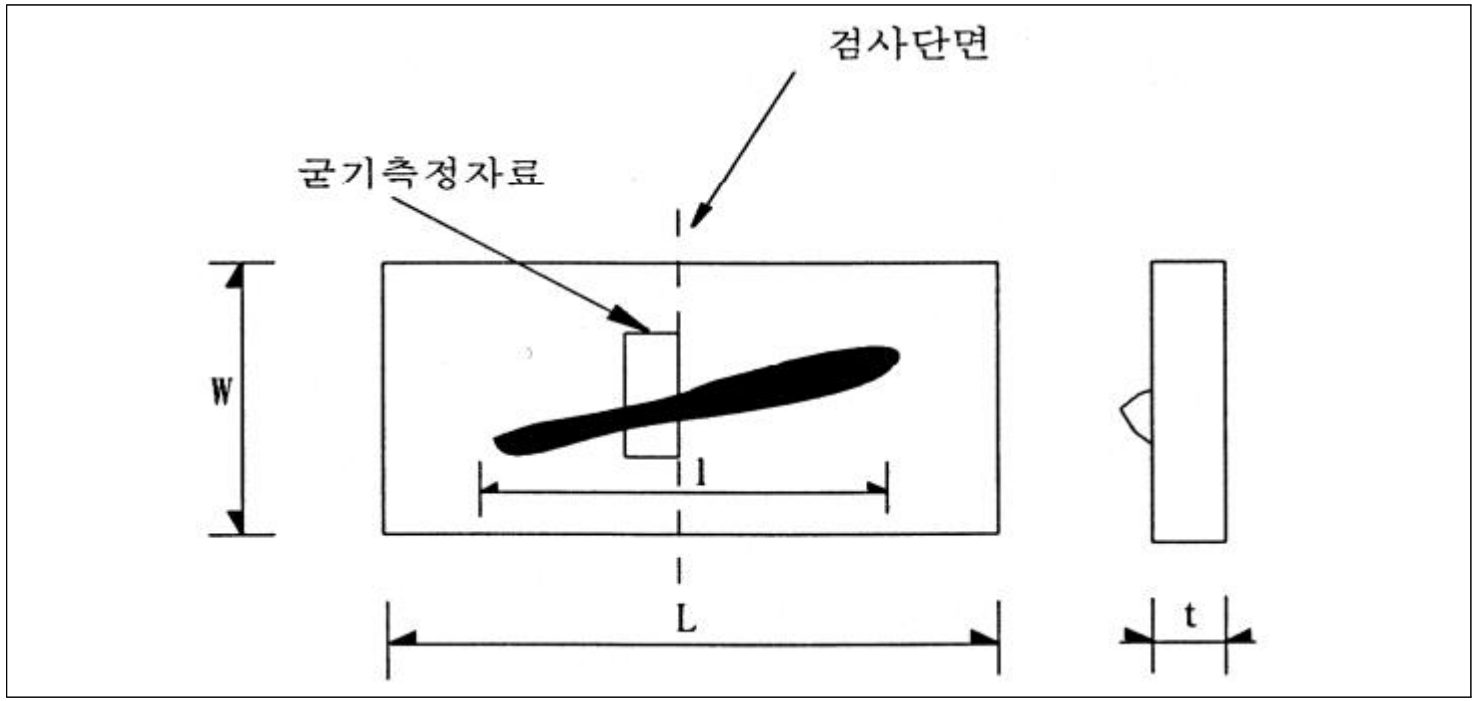
<그림 3. 충격시험(홈 용접시험편의 채취위치)>

그림 4. 필렛용 용접시험(마크로시험) 용접방법 및 시험편의 형상>





<그림 5. 최고경도시험 용접방법 및 시험편의 형상>

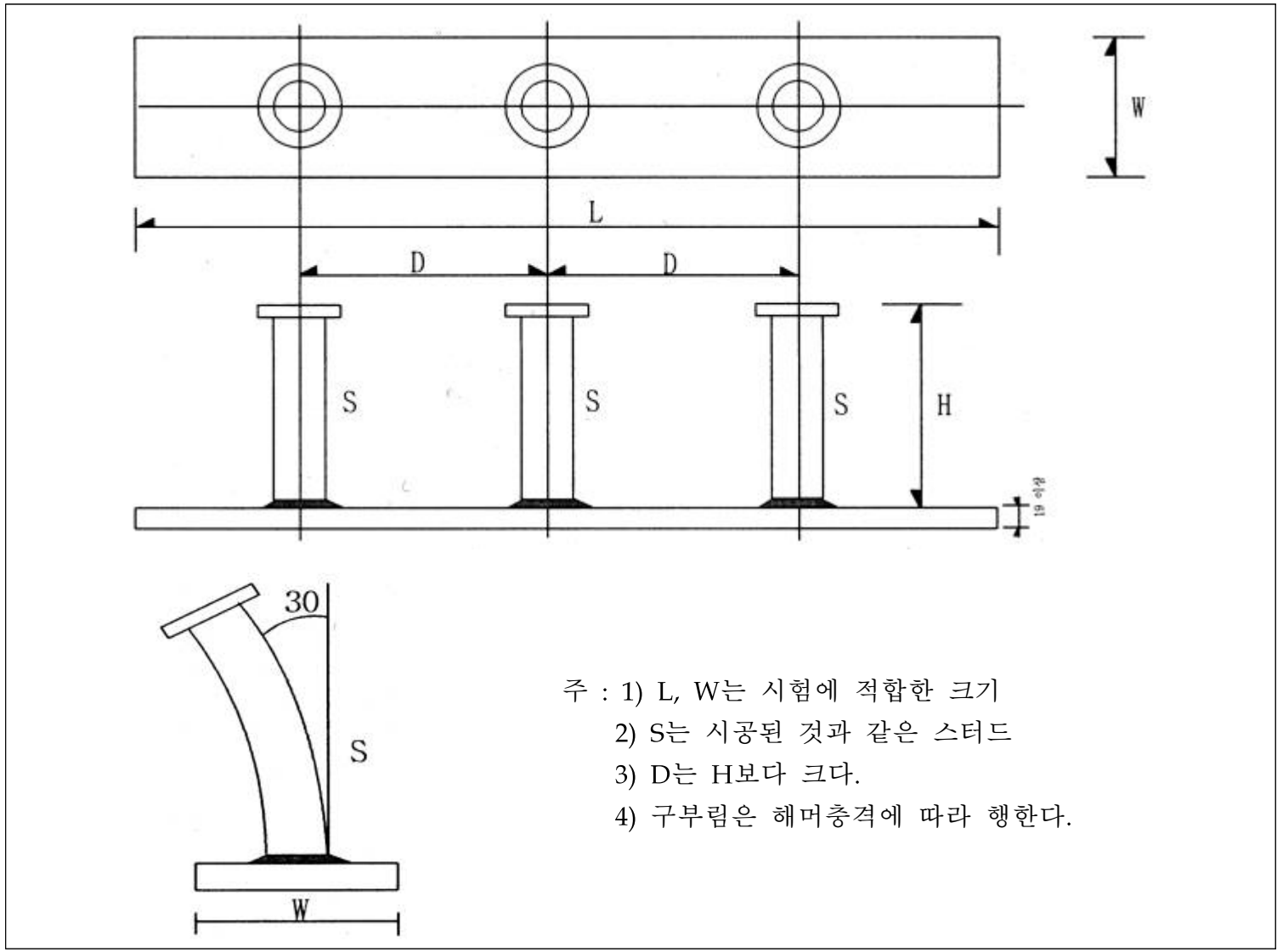


<표 3-20 용 접 단 위>

단위 : mm

용접방법	L	W	ℓ
수동용접	200	150	125
자동용접	250	190	150

<그림 6. 스터드 용접시험 방법, 시험편의 형상 및 시험방법>



주 : 1) L, W는 시험에 적합한 크기
2) S는 시공된 것과 같은 스터드
3) D는 H보다 크다.
4) 구부림은 해머충격에 따라 행한다.

5) 가붙임 용접

가) 본 용접의 일부가 되는 가붙임 용접에는 본 용접을 실시하는 용접공과 동등한 기술을 가진 자가 용접하여야 한다.

나) 사용 용접봉 및 용접 자세는 본 용접의 경우와 동일하게 관리하여야 한다.

다) 가붙임 필렛용접의 길이는 80mm 이상, 변의 길이는 4mm 이상으로 하고 간격은 400mm 이하로 한다.

라) 가붙임 용접은 조립 종료시까지 슬래그를 제거하고 적어도 용접부의 표면에 균열이 없는 것을 확인하여야 한다.

마) 만약 균열이 발견될 때에는 그 원인을 규명하여 표 3-29에 따라 그 근방에 새로 임시 붙이기를 한 후 균열이 생긴 가붙임 용접을 제거하도록 한다.

바) 가붙임 용접은 제작 완료시 남는 부재의 단부를 피하도록 한다.

부득이하여 용접을 하는 경우에는 부재 단부를 돌려서 용접하거나 또는 부재 단부로부터 30mm 이상을 남기고 가붙임을 하도록 한다.

사) 가붙임 용접의 경우 예열작업은 다음과 같이 하도록 한다 .

① 최소 예열온도는 표 3-21를 표준으로 한다. 특별히 시험기록 등으로 균열방지가 확실히 보장되는 경우에는 감독원의 승인을 얻어 변경할 수 있다.

<표 3-21 가붙임 용접의 최소 예열 온도>

(단위:℃)

강종	가붙임용접 방법	t 판 두 께 (mm)		
		t < 25	25≤t<38	38≤t<50
SS 275,SM 275	피복 아크용접	-	50	50
	플럭스코어드 아크용접 가스메탈 아크용접	-	-	50
SS 355, SM 355Y, SM A355	피복 아크용접	-	50	100
	플럭스코어드 아크용접 가스메탈 아크용접	-	50	50
SM420, SM460, SMA355, SMA460	피복 아크용접	50	100	100
	플럭스코어드 아크용접 가스메탈 아크용접	50	100	100

주 : ① 철판 두께 50mm 이상은 표 3-24 예열온도의 표준에 준한다.

② 예열완료시부터 아크 발생시까지 시간 경과에 대한 온도 저하를 고려하여 예열하여야 한다.

6) 용접전 부재의 청소와 건조

가) 용접을 하려는 부분에는 기공(Blow hole)이나 균열을 발생시킬 염려가 있는 흑피, 녹, 도료, 기름 등이 있어서는 안된다.

나) 재편에 수분이 있는 상태로 용접을 하여서는 안된다. 또한 조립후 12시간 이상 경과한 부재를 용접할 때에는 용접선 부근을 충분히 건조시켜야 한다.

7) 용접재료

가) 용접재료는 소요강도, 용접성을 고려하여 적절한 것을 선택하여야 한다.

나) 부위별 용접재료의 구분을 명확히 하고 이에 따른 관리요령을 작성하여 관리하여야 한다.

다) 피복이 벗겨지거나 습윤상태의 용접재료를 사용해서는 안된다.

라) 용접재료는 사용에 앞서 반드시 건조로에 건조한 후 보관하여 사용하여야 하며, 피복아크 용접봉 및 플럭스 등을 사용할 때에는 이동식 건조로에 보관하여 사용하여야 한다. (보온온도 120℃)

마) 건조 및 보온은 용접재료에 따라 관리조건이 다르므로 각각 구분하여 표지판에 기입하여 현장관리를 하여야 한다.

바) 내후성 강재를 용접하는 경우에는 내후성 강재의 용접재료를 사용하여야 한다 .

사) 피복아크 용접 시공에서 다음의 항목에 해당하는 경우는 저수소계 용접봉을 사용 하여야 한다.

① 38mm 이하의 재질 SS275,SM275 강재를 예열하지 않고 용접하는 경우

② 내후성 강재를 용접하는 경우

③ 50킬로급 강재이상의 고장력 강재를 용접하는 경우

④ 구속이 큰 재편을 용접하는 경우

아) 가스용접이나 서브머어지드 아아크 용접에 사용하는 용접봉 및 플럭스는 용접절차 및 품질에 대하여 시험을 행한 후 감독원의 확인을 받아 사용하여야 한다.

자) 용접재료의 건조

피복아아크 용접봉의 건조는 표 3-22에 따라 실시하는 것을 표준으로 한다. 서브머어지드 아아크에 사용하는 플럭스의 건조는 표 3-23에 따라 실시하는 것을 표준으로 한다.

<표 3-22 용접봉의 건조표준>

용접봉의 종류	용접봉의 상태	건조온도	건조시간
연강용 피복 아아크 용접봉	건조(개봉)후 12시간이상 경과할 때 또는 용접봉이 흡습 할 우려가 있을 때	100~150℃	1시간 이 상
저수소계 피복 아아크 용접봉	건조(개봉)후 4시간 이상 경과할 때 또는 용접봉이 흡습 할 우려가 있을 때	300~400℃	1시간 이 상

<표 3-23 플럭스의 건조표준>

플럭스의 종류	건 조 온 도	건 조 시 간
용 융 플 럭 스	150~200℃	1 시간이상
소 성 플 럭 스	200~250℃	〃

8) 예　 열

가) 일반사항

① 모재의 최소예열과 용접층간 온도는 강재의 성분과 강재의 두께 및 용접 구속조건을 기초로 하여 설정해야 한다. 최소예열 및 층간온도는 용접절차서에 규정되도록 해야 하며 최대예열온도는 230℃ 이하로 해야 한다.

② 이중금속간에 용접을 할 경우는 예열과 층간온도는 상위등급을 기준으로 하여 실시해야 한다.

③ 두꺼운 재료나 높은 구속을 받는 이음부 및 보수용접에서는 균열방지나 층상균열을 최소화하기 위해 규정된 최소온도 이상으로 예열해야 한다.

④ 용접부 부근의 대기온도가 -20℃보다 낮은 경우에는 용접을 금지하는 것으로 한다. 그러나 적당한 방법으로 주위온도를 충분히 유지할 수 있으면 대기온도가 -20℃보다 낮아도 된다.

⑤ 모재의 온도가 0℃미만인 경우는 적어도 20℃이상 예열하도록 한다.

⑥ 2전극과 다전극 서브머어지드 아크용접의 최소예열과 층간온도는 감독원의 승인을 받아 조정할 수 있다.

나) 예열온도

① 용접선의 양측 10㎝ 및 아크 전방 10㎝의 범위내의 모재를 표 3-24에 표시한 표준에 따라 예열하여야 한다. 다만, 특별한 실험자료에 따른 균열방지가 확실히 보증될 수 있거나 강재의 용접균열 감응도 Pcm 이 표3-25를 만족할 경우는 강종, 강판두께 및 용접방법에 따라 표 3-24 값을 조정할 수 있다.

② 강재의 밀쉬이트에서 다음 식에 따라서 계산한 탄소함량이 0.44%를 초과할 때

Ceq = C + Mr/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/4 + V/14 + (Cu/13) (%)

단, ( )항은 Cu≥0.5일 때에 더하는 것으로 한다.

③ 경도시험에 있어서 예열하지 않고 최고경도(Hv)가 370을 초과할 때

④ 기온(실내일 때에는 실온)이 5℃ 이하일 때

<표 3-24 예열온도의 표준(℃)>

판두께 / 강 종	t＜25	25≤t＜38	38≤t≤50	50≤t≤100
SS 275 SM 275	예열없음	예열없음1) 40~602)	40~603)	110
SM 355 SMA 275	예열없음3)	40~603)	80~1003)	110
SM 355Y SM 420 SM 460 SMA 355 SMA 460	40~603)	80~1003)	80~1003)	110

주 : 1) 저수소계의 용접봉을 표준으로 함.

2)*[1]저수소계 이외의 용접봉을 사용할 때

<표 3-25 예열온도를 조정할 경우의 Pcm 조건>

강재두께	SM 275	SMA 275	SM 355 SM 355Y	SM 420 SM 460	SMA 355 SMA 460
t≤25	0.24이하	0.24이하	0.26이하	0.26이하	0.26이하
25＜t≤50	0.24이하	0.24이하	0.26이하	0.27이하	0.27이하
50＜t≤100	0.24이하	-	0.27이하	0.29이하	-

주 ;(1) Pcm 산정식

Pcm= C+Si/30 +Mn/20 +Cu/20 +Ni/60 +Cr/20 +Mo/15 +v/10 +5B(%)

(2) 예열온도 산정식

Tp(℃)=1,440 Pw -392

Pw =Pcm +HGL/60 +K/40,000

식 중에서 HGL ; 용접금속의 확산성 수소량

K ; 용접계수의 구속도

9) 엔드 탭

가) 주부재의 홈용접과 필렛용접의 양단에 부재와 동등한 홈을 가진 엔드탭을 부착하여야 한다.

나) SM 355 이상의 부재를 사용할 때 적용하며, 홈의 각 및 간격은 본용접과 같아야 한다.

다) 모재와 엔드탭의 간격은 1mm 이내이며, 용접 시-종점의 처리는 엔드탭 위 50mm 이상되는 지점에서 처리하여 크레이터가 본체에 들어가지 않도록 하여야 한다.

라) 용접 종료후 가스절단법으로 제거하고 단부 마무리는 그라인더로 다듬질을 하며 어떤 경우도 해머로 엔드 탭을 제거해서는 안된다.

마) 용접 후 양단 절단시에는 엔드 탭의 생략이 가능하다.

10) 용접 시공상의 주의

가) 사전에 적정 용접조건(용접의 종류, 전압, 전류, 순서 및 방향)을 정하고 이후 이것을 철저히 준수하도록 작업을 진행하여야 한다. 용접의 취약 부분인 용접 비드의 시-종단 및 비드 이음에 결함이 발생하지 않도록 특히 유의하여 시공하여야 한다.

나) 서브머지드 아아크용접에 의해 필렛용접 및 맞댐용접을 시행하는 경우에는 이음의 형상에 맞는 층수를 선택하여 외관, 변형 등에 관하여 어색한 곳이 생기지 않도록 하여야 한다.

다) 용접순서, 방향의 선택은 가능한 변형이 생기지 않고 잔류응력을 적게 하는 방법으로 하여야 하며, 용접자세는 회전지그를 이용하는 하향 또는 수평으로 하여야 한다.

라) 부분용해 홈용접의 시공

부분용해 홈용접의 시공에서 연속된 용접선을 2종의 용접법으로 시공할 때에는 앞의 비이드의 단부를 깎아내고 결함이 없는 것을 확인한 다음에 용접을 한다. 다만, 완전한 수동용접비이드가 선행될 때는 이를 적용하지 않는다.

마) 필렛 용접의 형상과 마무리

스캘럽(Scallop)이나 각종 브라켓 등 재편의 모서리부에서 끝나는 필렛용접은 모서리부를 감아 돌아서 연속으로 시공하여야 한다. 돌림용접의 길이는 기본으로 필렛용접 치수의 2배 이상이어야 한다. 비이드 형상이 불량한 경우에는 결함보수방법에 따라 살돋우기 보수를 하여야 한다.

바) 서브머어지드 아아크용접법 또는 기타의 자동, 반자동 용접법을 사용할 때에는 이음도중에서 아아크를 끊지 않는 것이 좋다. 부득이 아아크를 끊는 경우에는 비드 단부를 50mm이상은 깎아내고 용접을 계속하도록 한다.

사) 서브머지드 아아크용접은 가붙임 용접후 특히 습기를 피하고 24시간 이내에 하여야 한다. 수평용접을 하는 경우 1층의 최대값은 8mm로 한다.

아) 판두께가 두터운 맞대기 이음을 서브머지드 아아크용접법으로 다층 돋움 용접하는 경우에는 재편의 앞뒤를 번갈아가며 용접하는 것이 바람직하다. 이 경우 한쪽의 용접은 적어도 3층 이상을 돋운 후 반대측의 용접을 하는 것이 좋다.

자) 홈용접(Groove weld)의 덧붙임과 마무리

설계에서 마무리를 지정하지 않는 홈용접에 있어서는 표 3-26에 표시한 범위내의 덧붙임인 경우 용접한 대로 두어도 좋다. 다만, 덧붙임이 표 3-26의 값을 초과할 때에는 비이드 형상, 특히 끝단부를 그라인더로 매끄럽게 마무리 하여야 한다. 마무리 작업시 모재의 판두께를 0.5mm 이상 얇게 하는 작업을 해서는 안된다.

<표 3-26 홈용접의 덧붙임(㎜)>

비 이 드 폭 (B)	덧 붙 임 높 이 (h)
B < 15	h ≤ 3
15 ≤ B < 25	h ≤ 4
B ≥ 25	h ≤ 4/25 · B

차) 홈용접에서는 기본적으로 안쪽 개선부에 가우징(Gouging)을 하도록 한다. 가우징 후에는 그라인더, 와이어 포일 등으로 전극 카본이나 가우징 찌꺼기를 제거하도록 한다.

11) 용접부 검사

용접부의 검사는 비파괴 검사를 적용하여야 하며 KS기준에 맞아야 한다. 비파괴검사의 종류는 다음과 같다.

① 방사선투과검사 (R.T: KS B 0845) : 홈 용접부

② 초음파 탐상검사 (U.T: KS B 0896) : 홈 용접부

③ 자분 탐상검사 (M.T: KS D 0213) : 홈 또는 필렛용접부

④ 침투액 탐상검사 (P.T: KS B 0816) : 필렛용접부

⑤ 육안 검사 : 용접부 외관조사

비파괴 검사의 시기는 용접 완료후 48시간 경과 후로 한다.

가) 일반사항

① 수급인은 비파괴검사 전문회사에 검사를 의뢰하며, 검사회사의 장비, 능력 및 검사자의 자격 등에 대하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

② 수급인은 검사자로 하여금 본 시방기준을 적용토록 주지시켜야 하며, 검사의 과정 및 판정 등에 대해서는 검사자 고유의 권한으로 침해할 수 없다.

③ 검사자는 검사기록, 검사결과 등 검사관련자료 일체(육안 검사포함)를 서명 날인하여 원본을 감독원에게 제출하여야 한다.

④ 모든 검사는 취약부위 및 육안검사 의심부위를 우선적으로 실시하여야 하며 검사부위 지정에 대한 권한은 감독원에게 있다.

⑤ 수급인은 모든 부재에 대하여 육안검사를 시행하며 주요부재에 대해서는 검사기록을 유지하고 의심부위는 자체적으로 비파괴검사로 확인할 의무가 있다.

⑥ 수급인은 관련분야에 5년 이상 종사한 자를 육안검사자로 지정하여 현장에 상주 배치하여야 하며 검사결과를 감독원에게 수시로 보고할 수 있도록 조치하여야 한다.

⑦ 감독원은 검사자가 검사업무를 성실히 이행치 않는다고 판단될 경우 검사자의 변경을 수급인에게 요구할 수 있으며 이 경우 수급인은 즉시 감독원의 요구를 수용하여야 한다.

⑧ 검사결과에 대한 신뢰성에 문제가 있다고 판단될 경우 감독원은 검사결과중 일부에 대해 재검사를 요구할 수 있으며 수급인은 이를 수용하여야 한다.

나) 검사방법 및 검사기준

① 공장용접

공장용접검사는 표 3-27에 따른다.

② 현장용접

현장용접검사는 표 3-28에 따른다.

< 3-27 공장 용접검사>

구 분	부 재	검사방법	검 사 기 준	비 고
이음부 전체		육안검사	용접부위 100%	
맞대기 이음 완전용입 홈 용접	I형 보, 박스형 보, 라멘 보 등의 인장플렌지 트러스, 아아치 등의 인장부재	R.T 또는 U.T	한이음에 대해 1장(클레이터측)	
	상기부재의 압축측	"	5개 이음에 대해 1장	
	I형보, 박스형보의 복부판	"	2개 이음에 대해 1장(인장측)	
	강상판, 판형복부판의수평 이음	"	한이음에 대해 1장 (클레이터측)	
모서리 이음 및 T이음의 완전용입부	인장부재	U.T	용접장의 20% 비율	
	압축부재	U.T	용접장의 5% 비율	
필렛용접	주요부재	M.T 또는 P.T	용접장의 5% 비율	

< 3-28 현장용접검사>

구 분	부 재	검사방법	검 사 기 준	비 고
이음부 전체		육안검사	용접부위 100%	
맞대기 이음	강상판	R.T 또는 U.T	용접의시작, 끝단 및 교차부를 촬영, 그중간부는 m당 1개소	
필렛용접	주요부재	M.T 또는 P.T	용접길이의 10%	
강관말뚝 용접	직경600mm이하	U.T	20이음당 1이음(전주변장)	
	직경600mm초과	.T	10이음당 1이음(전주변장)	

다) 판정기준(내부결함 및 균열 검사)

용접부 검사 판정기준은 표 3-29에 따른다.

<표 3-29 용접검사 판정기준>

검 사 방 법	부 위	판 정 기 준	비 고
방사선 검사 (R.T)		2급 이상	KS B 0845
		3급 이상	
초음파탐상검사 (U.T)	인 장 측	2급 이상	KS B 0896
	압 축 측	3급 이상	
자분 탐상검사 (M.T) 침투 탐상검사 (P.T)	모 든 부 재	2급 이상	KS D 0213 KS B 0816

단, U.T의 검출 Level은 L Level

라) 용접비이드의 외관형상의 검사

용접비이드의 외관형상에 대한 검사는 표 3-30에 따른다.

<표 3-30 용접비이드의 외관 형상검사>

구 분	부 위	판 정 기 준	비 고
용접비이드 표면의 피트	맞대기이음, T이음, 모서리이음	없을것	
	필렛용접, 부분용해 홈용접	한 이음에 대해 3개 또는 1m에 대해 3개 허용	단, 1mm이하의 피트는 3개를 1개로 간주
용접비이드의 표면요철	-	비이드 길이 25mm당 요철 3mm이하	
용접덧살	-	용접덧살의 높이가 3mm이하	
용접비이드폭의 불균일	-	비이드 길이 150mm의 범위 내에서 5mm이하	
언더컷	1차응력에 직교하는비이드 종단부	0.3mm 이하	주요부재
	1차응력에 평행하는비이드 종단부	0.5mm 이하	
오버랩	2차 부재 비이드 종단부	0.8 mm 이하	
	-	없을것	

구 분	부 위	판 정 기 준	비 고
필렛용접 크기	-	- 양단 50mm 제외부분 : 용접길이 10%범위에서 1.0mm 까지 허용 - 나머지 부분 : 목두께, 변길이, 필렛치수 등은 설계치 보다 작아서는 안됨.	
가스 절단면	주요부재	- 표면거칠기 : 50S 이하 - 노 치 : 없어야 함 - 슬래그 : 쉽게 떨어질 것 - 상연상태 : 매끄러운 상태	절삭면 표면거칠기 50S 이하
	2차 부재	- 노면거칠기 : 100S 이하 - 노치깊이 : 1mm 이하 - 슬래그 : 쉽게 떨어질 것 - 상연상태 : 매끄러운 상태	
균 열	-	있어서는 안됨	
스 파 타	-	있어서는 안됨	
적 층	주요부재의 홈 용접부	있어서는 안됨	육안검사, 의심부위는 U.T로 검사
루트면 오목한 굴곡	주요부재의 용접 개선부	- 용접목살의 두께는 얇은쪽 부재 보다 5% 또는 1mm이상 작아서는 안됨	
스터드용접	-	- 표면의 플럭스 및 슬래그 혼입 : 있어서는 안됨 - 언더컷 : 뾰족한 노치형상 및 깊이 0.5mm 이상인 언더컷은 있어서는 안됨 - 스터드 레벨의 마감높이 : 설계치 ±2mm를 초과해서는 안됨	덧붙임은 전체에 대해 실시 (덧붙임이란 높이 1mm 이상, 폭0.5mm이상을 말함)

12) 결함부의 보수

가) 일반사항

① 결함을 용접으로 보수하는 경우에는 모두 용접관리대장에 기록하여야 한다.

② 결함부의 처리요령을 구체적으로 작성하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

③ 보수 용접기준

㉮ 비드크기 및 예열은 가붙임 용접기준을 적용하고 길이는 40mm 이상으로 한다.

㉯ 균열 및 용접결함이 있는 경우에는 즉시 비파괴 검사를 실시하여 균열의 정도와 범위 및 보수방법 등에 대하여 승인을 받은 후 보수하여야 한다.

나) 결함부의 보수는 표 3-31에 표시한 요령으로 한다.

<표 3-31 결함부의 보수방법>

구 분	결함의 종류	보 수 방 법
1	긁힌자국 등의 강재의 표면결함	길이 1mm 이하는 그라인더로 마무리 길이 1mm 이상은 덧붙임 용접하여 그라인더로 마무리 그라인더의 마무리 면의 조도 50S 이하임
2	강판단면의 층상갈라짐	동일원판에서 절단된 모든 부재를 추적하여 U.T 등에 의한 결함 유무를 확인하고 수정방안을 작성하여 제출하고 감독원 승인을 받아야 함
3	강재끝면의 층상균열	판 두께의 1/4정도의 깊이에 가우징을 하고 용접 덧붙임 한 후 그라인더 마무리
4	가스 절단면의 노치(Notch)	2mm 이하는 그라인더로 끝마무리 2mm 이상은 노치부분을 축방향으로 10mm 이상의 범위에 걸쳐서 깎아내고 보수용접 후 그라인더로 끝마무리
5	언 더 컷 (Under cut)	깊이 $\Phi \leq 0.8$mm : 그라인더 끝마무리 깊이 $\Phi > 0.8$mm : 비이드용접한 후 그라인더로 마무리 홈비이드의 길이는 40mm 이상으로 함

구 분	결함의 종류	보 수 방 법
6	아아크 스트라이크(Arc Strike)	깊이 Φ ≤ 4mm : 그라인더 끝마무리 깊이 Φ > 4mm : 비이드용접한 후 그라인더로 마무리. 용접비이드의 길이는 40mm 이상으로 함
7	용접부균열, 용접비이드의 피트(Pit), 오우버랩(Overlap)	발생원인을 규명하고, 아아크에어가우징(Arc Air Gouging)으로 결함부분을 완전히 제거하고 재용접한 다음 그라인더로 마무리함. 용접 비이드의 최소길이는 40mm 이다.
8	용접비이드의 요철	심한 것은 그라인더로 부분을 깎아서 고르게 함
9	용접부의 내부균열	중대 결함으로서 갈라진 부분을 완전히 제거하고 발생원인을 규명하여 거기에 따른 보수용접 및 그라인더 끝 마무리
10	스 파 티(Spotty)	피칭해머 또는 그라인더로 끝마무리
11	용접부의 블로우 홀 슬래그용입 및 용입 부족	아아크에어 가우징으로 결함부분을 제거하고 재용접
12	스터드 용접부의 결함	해머타격검사로 파손된 용접부는 완전히 제거하고 모재면을 정리한 다음 재용접한다. 언더컷 덧붙임 부족에 대한 피복봉에 의한 용접은 피하는 것이 좋다.

13) 기타

가) 용접에 의한 변형의 제거

① 용접으로 생긴 변형은 기계적방법이나 가열방법으로 교정하여야 한다.

② 가열변형 교정을 하는 경우의 온도는 900℃ 이하로 하고 공냉 또는 650℃ 이하부터는 수냉으로 한다.

나) 고리, 가설용 공구의 붙이기

① 공장내 운반, 가설 등의 사용에 쓰이는 고리, 공구 등을 붙일 때의 용접은 공장내에서 하고, 조건은 공장용접과 동등 이상이라야 한다.

② 고리, 공구 등의 제거는 모재에 유해한 결함을 남기지 않도록 주의하여야 한다.

14) 용접의 품질관리

가) 용접 정밀도 기준은 표 3-32와 같다.

<표 3-32 용접 정밀도 기준>

종 류		기 준
홈 용 접	루우트 간격의 오차	규정치± 1.0mm이하
	판두께 방향의 재편의 편심	얇은쪽 판두께의 1/10이하
	뒷받침판을 사용할때의 밀착도	0.5mm이하
	홈경사 각도	규정치± 10°
필렛용접	재편의 밀착도	1.0mm이하

나) 가붙임 용접시 허용기준은 표 3-33과 같다.

<표 3-33 가붙임 용접 허용 기준>

종 류	기 준
가붙임 필렛용접의 길이	80mm 이상
변의 길이	4mm 이상

다) 용접기준은 표 3-34과 같다.

<표 3-34 용 접 기 준>

종 류	기 준
용접의 시단 및 종단	엔드탭상 50mm이상의 크레이터가 들어가지 않는 범위
서브머지드 아크용접법에서 수평 필렛용접을 할 때 1층 치수	8mm 이하

라) 용접시 비이드 표면의 요철 (비이드 길이 25mm 범위에서의 고저차)는 3mm 이하로 한다.

마) 언더컷 (Under cut) 깊이의 허용오차는 표 3-35과 같다.

<표 3-35 언더컷 깊이의 허용오차>

언 더 컷 의 위 치	허용오차 (mm)
주요부재의 재편에 작용하는 1차응에 직교하는 비이드의 종단부	0.3
주요부재의 재편에 작용하는 1차응에평행하는 비이드의 종단부	0.5
2차 부재의 비이드 종단부	0.8

바) 필렛용접은 변의 길이 및 두께에 대하여 지정 필렛치수 및 그것에 상당하는 목두께 이상

(단, 한 용접선 양단의 각각 50mm를 제외한 부분에서는 용접길이의 10%까지의 범위에서 -0.1mm의 오차를 인정함)으로 한다.

3.9 스터드 용접

1) 스터드 용접의 시공은 스터드 용접부에 용입불량부분이 없어야 한다.

2) 용접보조재는 동일 공사중에 사양을 변경해서는 안된다.

부득이하여 변경하는 경우에는 아크 스터드 용접시험을 하여야 하며, 시험결과는 감독원의 승인을 받아야 한다.

3) 스터드 용접, 전류, 전압, 아크타임, 예열 등의 용접조건 및 보조재 등은 용접시공시험의 결과를 바탕으로 결정하여야 한다.

4) 스터드 용접은 하향자세로 하여야 한다.

5) 스터드 용접에서 아크타임의 허용차는 목표값에 대해 ± 5% 이내로 한다.

6) 용접부가 파손된 경우, 스터드는 플랜지면에서 5mm 이상 떨어져 가스절단을 해야 하고 그라인더로 모재면까지 마무리하고 동일 개소에 재용접해야 한다.

3.10 강형도장

3.5.1 도장 관리

1) 시공자는 도장품질관리를 위해 도장작업요령, 자체검사요령 등을 포함하는 도장시공계획서 를 제출하여 발주자 대리인의 승인을 얻어야 한다.

2) 도장작업자는 각 공정별(표면처리, 중도, 상도등)로 도장검사 성적서를 작성하고, 기타 도장검사 성적서 상에 없는 보고내용은 추가로 작성하여 발주자 대리인의 승인을 얻어야 한다.

3) 도장 관리자

시공자는 도장작업에 정통한 도장 관리자를 정해 두어야 한다. 도장 관리자는 도장구분의 설정, 도료의 조정, 도장기구의 조정, 작업환경의 조정 및 도막의 품질보증, 사내 검사등 도장작업을 원활, 안전하게, 실시하기 위해 총괄하고 관리 쉬트 등에 따라 관리하여야 한다.

4) 도장작업자

도장작업자는 강구조물 도장공사에 다년간 종사한 경험이 있고 국가기술자격 검정시험에 합격한 자이거나 동등 자격을 소지한

자이어야 한다.

5) 검사일반

도장검사에는 사내검사와 발주자 대리인의 입회검사(서류심사 포함)가 있다. 사내검사는 시공자가 도장작업의 진행을 자체적으로 실시하여 그 결과는 본 시방기준에 따라 처리하여야 한다.

6) 보 고

보고는 공정의 진행을 상세한 기록사진 등을 첨부하여 각 검사 종료시 문제에 의해 보고 하여야 한다.

LOGO	도 장 검 사 성 적 서 (PRINT INSPECTION REPOTR)	기 록 번 호 : (Report No)
		일 자(Date) :

공사명 (Project Name) :	공사번호 (Project No.) :	
제품명 (Item Name) :	제품번호(Item No.) :	적용규격 (Spec) :

도 장 시 방 (Painting Spec)	내부 (Inside) :	
	외부 (Outside) :	

전처리 상태 (CONDITION OF SURFACE PREPERATION)

종료일자 (Funushed Date)	전처리 등급 (B/L Grade)	조 도 (Profile)	이물질 제거상태 (Rust Prevent)	전처리 방법 (B/L Maker)	결 과 (Result)	비 고 (Remark)

도장작업 (PAINTING WORK)

건구온도 (Dry Temp)	습구온도 (Wet Temp)	상대습도 (R/H %)	이슬점온도 (Dew Point)	강재온도 (Rust Prevent)	도료제조회사 (Pain Maker)	도장개시시간 (Starting Time)	도장종료시간 (Finished Time)

건조도막 두께 측정 (MEASURE OF DRY FILM THICKNESS)

구 분 (Description)		기 준 (Spec)	건조도막두께 결과 (Result Of D.F.T)												
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	평 균 (Ave)	최대치 (Max)	최소치 (Min)
내부 (Inside)	Top														
	Botton														
	R-Web														
	L-Web														

도장의 외관상태 (PAINT VISUAL CONDITION)

변 색 (Discolor)	박 리 (Peeling)	흐 름 (Sagging)	균 열 (Crack)	도장누락 (Holidays)	기 포 (Bubble)	발 청 (Corrosion)	기 타 (etc)	결 과 (Result)	
								합 격 (Acc)	불합격(Rej)

종합판정 (Note)

제 작 사 (Prepared By)		성명:	검사자(감리) (Inspected By)	성명:
		서명:		서명:
확인자	시공자 (Contractor)	성명:	승인자(감독원) (Appeoved By Supervisor)	성명:
		서명:		서명:
	도료제조회사 (Paint Maker)	성명:	비 고	
		서명:		

7) 기 타

시공자는 도장시공계획서 작성 및 도장작업에 있어서 이의가 발생하는 경우 미리 문서로 발주자 대리인에게 보고하여야 한다.

3.5.2 시 공

표면 전처리의 정도는 도장효과를 얻는데 있어서의 제일 중요한 요인이므로 모든 피도물은 사용될 도료가 요구하는 정도까지 표면처리를 하여야 한다. 표면처리 방법은 적용된 도장사양이나 가능한 전처리 장비에 따라 선택하여야 하며 도장사양에 표면처리에 대한 특별한 언급이 없다면 SSPC 탈청처리 기준 SP10 혹은 이와 동등한 기준으로 연마재 세정이 필요하며, 표준으로 적용할 기준은 표 3.9과 같다.

표 3.9 소지조정 등급

구 분	SIS 055900	SSPC	BS 4232	NACE
나금속 브라스트 세정	Sa 3	SP 5	1 급	No. 1
준나금속 브라스트 세정	Sa 2 ½	SP 10	2 급	No. 2
알반 브라스트 세정	Sa 2	SP 6	3 급	No. 3
동력공구 세정	St 3	SP 3	-	-
수공구 세정	St 2	SP 2	-	-
용제 세정	-	SP 1	-	-
산세정	-	SP 8	-	-

- SIS 055900 : 스웨덴 규격협회
- SSPC : 철강구조물 도장협회 (미국)
- BS 4232 : 영국 규격협회
- NACE : 국제부식기사협회 (미국)

1) 표면처리 등급

① 완전나금속 브라스트 세정 (White metal blast cleaning) : (SIS 055900 Sa 3, SSPC-SP 5)금속표면에 부착된 모든유분, 흑피, 녹, 오물 및 기타 오염물을 완전히 제거한 상태를 말하며, 완전한 금속성 빛깔을 띄어야 한다. 이와 같이 전처리된 표면은 빠른 시간 이내에 전처리 도료 또는 하도로 도장하여야 한다.

② 준나금속 브라스트 세정 (Near white metal blast cleaning) :

(SIS 055900 Sa 2½, SSPC-SP 10)

금속표면에 부착된 모든 유분, 흑피, 녹, 오물 및 기타 오염물을 거의 완전히(95%이상) 제거한 상태이며, 제거되지 못한 이물질에 의해 미세한 얼룩이나 변색은 있으나 일정한 금속 빛깔을 띄어야 한다.

③ 동력공구 세정 (Power tool cleaning) : (SIS 055900 ST 3, SSPC SP 3)

극히 완전한 스크레이핑(경금속 스크레이퍼 사용)과 와이어 브러싱으로 표면을 처리하는 방법으로 우선 스크레이핑은 한쪽방향으로만 행하고 그 다음 직각방향으로 향한후 표면을 세게 와이어브러싱 한다. 느슨한 흑피와 녹등은 완전히 제거되어야 하며 마지막으로 표면을 진공소제기나 깨끗한 솔로 닦은후 표면에 금속광택이 나도록 한다. 이 방법들로 처리된 표면은 가능한한 빨리 기초도장이 되어야 한다. 최초 도장은 3시간 이내에 이루어져야하며, 금속표면의 온도가 이슬점보다 3℃이상이어야 하며, 녹이 발생하기 전에 도장되어야 한다.

2) 연마제 세정 작업 방법

① 연마제 세정작업은 도막의 부착력을 향상시키는 거친 표면을 제공하여 준다.

② 도장사양에 조도에 대한 언급이 없다면 표면조도는 25～75 마이크론이 되도록 처리하여야 한다.

③ 표면조도 25～75 마이크론을 얻는데 적합한 연마제 종류

가. 16～18메쉬(Mesh)의 규사 모래

나. G80～G40의 철 그리트 (Steel grit)

다. 00～S230의 철 쇼트 (Steel shot)

라. 브라스트 처리된 표면은 고압공기 분사나 진공펌프를 이용하여 브라스트 후 먼지나 기타 잔여물을 깨끗이 제거하여야 한다.

3) 표면처리 작업시 유의사항

① 모든 도료는 적절하게 피도물에 도장이 되어야 최대의 도장효과를 얻을 수 있으며, 따라서 모든 피도물은 사용될 도료가 요구되는 정도의 표면처리를 필히 해주어야 한다.

② 브라스트 세정은 피도물에 기름, 용접찌꺼기, 먼지, 기타 오염물질을 제거한 후에 실시하여야 한다.

③ 표면처리의 정도는 도장사양에 명시된 규격이상으로 처리되어야 하며, 만일 처리된 것이 이에 미치지 않는다면, 재작업하여 규격에 맞도록 표면처리를 해야 한다.

④ 브라스트 세정후 표면은 부드러운 솔이나, 압축공기 또는 진공청소 방법에 의해 표면에 남아 있는 이물질을 제거해 주어야 하며 특히 구석진곳, 후미진 곳의 이물질을 깨끗이 제거해야 한다.

⑤ 브라스트 세정후 적어도 3시간 이내에 도장하여야 하며 만일 표면에 재발청이 되었다면 도장전 다시 브라스트 세정 하여야 한다.

⑥ Sand blasting 에 사용되는 모래는 건조하여야 하며 염분이 오염되어 있지 않는 것으로 사용해야 하고 모래의 입자는 0.7-1.2mm가 적당하며, 석영의 함량이 부피비로 95%이상이어야 좋다.

⑦ 다음과 같은 조건하에서는 브라스트 세정 작업을 하여서는 안된다.

가. 그 주위에 건조가 되지않은 도장물이 있는 경우

나. 비나 눈이 오거나 안개, 습도가 높은 날씨일 경우

다. 표면에 심하게 녹이 발생되어 심하게 쇠비듬이 형성되어 있을 때

(이 때에는 scraping, chipping과 같은 power tool cleaning 후에 행한다)

⑧ 브라스트 세정 작업은 대기오염 방지를 위해 실내에서 실시한다.

⑨ 상대습도 80% 이상인 때에는 브라스팅 작업을 중지한다.

4) 도장관리

① 온 도

최적의 도장온도 범위는 15℃-32℃ 사이이며 일반적으로 5℃이하, 43℃이상 에서는 도장을 하지 않아야 한다. 표면의 온도가 32℃ 이상이면 도막이 너무 빨리 건조되어 핀홀이나 부풀음(bubble)같은 결함현상이 발생하며, 5℃이하이면 경화가 느릴뿐만 아니라 불완전한 경화를 유발할 수 있다. 도장하는 동안 표면의 응축을 방지하기 위해 철표면 온도가 이슬점보다 3℃이상 높아야 한다.

② 습 도

습도는 도막의 건조시간에 영향을 주며 습도가 높은 경우 용제 증발을 억제함으로써 건조 시간을 늦추지만 화학적으로 경화되었거나 활성화된 도막에는 약간의 영향을 미친다. 일반적으로 도장을 의한 최적습도 범위는 50-80%이다.

표 3.10 도료종류별 습도 조건

도 료 종 류	최 저	최 고
무기 징크 시리케이트 도료	50% (65% 이상이 바람직함)	95%
수용성 무기 징크 도료	50% (50%～65% 가 바람직함)	80%
염화고무계도료 알키드계도료 역청질계도료 비닐계도료	20%	85%
에폭시도료 탈에폭계도료	20%	85%

③ 기　타

안개, 비 또는 강한 바람이 부는 날에는 옥외 도장은 피해야 한다. 재도장시에 종전 도막에 화학적 오염의 발생이 예상되면 후속 도장전에 적절한 표면처리를 한 후 재 도장을 실시하여야 한다.

5) 도장작업의 세부사항

① 도장준비

도장은 도료공급자의 기술자료나 기타 유의사항에 준해 시공하여야 한다. 다액형의 도료는 각각을 충분히 교반후 용기나 기술자료에 표시된 혼합비에 따라 혼합하여 주어야 하고 희석이 필요한 경우 반드시 지정된 희석제만을 사용해야 하며 희석비율은 작업조건에 따라 조정될 수 있다. 다액형 일 경우 도장하기 전에 미리 혼합하여야 하며 경화제가 혼합된 도료는 가사 시간내에 사용되어야 한다.

② 도장방법

가. 모든 도장에 표준도장 시공방법에 준해 시행되어야 한다.

나. 도료는 사용에 적합한 상태로 공급이 되나 희석제 첨가는 경우에 따라 증감할 수 있으며 특수한 경우에는 발주자 대리인과 협의하여야 한다.

다. 도장은 전체 부위에 규정되 도막이 균일하게 도포되도록 도장하고 도장이 빠지거나 과도막이 흐른부위(sag & drip)가 없도록 유의하여야 한다.

라. 에어리스 스프레이 도장은 한 번에 규정된 도막을 얻을 수 있는 가장 효과적인 방법이며,

마. 스프레이 건(spray gun)은 피도면과 항상 일정한 거리를 유지하고 피도면과는 항상 수직 상태를 유지하여 도장하여야 한다.

바. 붓 도장이나 로울러 도장은 규정된 도막을 얻기 위하여 스프레이 도장 방법보다 더 많은 도장횟수가 요구되지만 프라이머 도장이 조도표면에 브리징(brudging)되는 것을 막아주는 효과가 있다.

사. 균일한 도막을 얻기 위하여 전부위에 도장하기 전 용접선, 구석진 곳, 가장자리 등은 부분적 덧도장(stripe coat)을 필히하여 충분한 도막이 도포되어야 한다.

아. 볼트조립 부분이나 용접예정 부위는 도장이 되지 않게끔 도장전에 보호해야 한다.

자. 도장된 도막은 재도장전 충분히 건조될 수 있도록 재도장 간격을 유지하여야 한다.

차. 도장된 도막은 건도막 측정기로 측정하고 규정보다 미달된 도장부위는 추가도장(addition al coating)하여 규정된 도막이 되도록 수정 도장하여야 한다.

③ 도구의 세척

도구 및 장비는 사용후 즉시 사용도료에 해당하는 희석제나 도구세척제로 세척하여 주어야 한다.

④ 도로의 보관

도료의 보관장소는 통풍이 잘되고 스파크(spark), 화염, 직사광선, 과열로부터 위험이 없는 결리된 장소에 보관하여야 하며 용기는 침전을 방지하기 위하여 매월 정기적으로 뒤집어 주어야 한다.

6) 세부도장 관리

① 모든 도료는 규격에 맞도록 전처리 되어 표면에 도장되어야 하며 도장전 그 부위에 정해진 도료가 사용되는가를 확인하여야 한다.

② 모든 도장은 될 수 있는 한 공장에서 도장을 하여야 하며, 도장시 피도면의 온도는 이슬점보다 3℃이상 이어야 한다.

③ 모든 도료는 본 사양내에 추천된 도막두께를 유지하도록 도장하며 재도장 간격은 도료에 따라 많은 차이가 있으므로 각 제품의 사용설명서 상에 나타나 있는 재도장 간격을 필히 지켜야 한다.

④ 에어리스 스프레이 도장시 피도체와의 거리는 30cm정도로 균일하게 유지해야 하며 항상 피도면에 직각이 되도록 도장하여야 한다.

⑤ 에어리스 스프레이 도장시 건(gun)의 이동속도는 매초 50-60cm으로 하고, 30-40%씩 중첩 되도록 도장하여야 균일한 도막과 좋은 도장효과를 얻을 수 있다.

⑥ 에어리스 스프레이 도장시 용접선이나 구석진 곳(리브단면)과 같은 스프레이 작업이 어려운 곳은 붓으로 선행 도장을 한 후에 다시 전면도장을 하여야 한다.

⑦ 모든 도료는 사용전에 침전 및 덩어리가 없도록 충분히 교반하여 사용하여야 하며 2액형 도료의 경우 상표에 기록되어 있는 혼합비를 정확하게 지켜서 혼합하고 혼합한후 제시된 숙성시간을 두었다 가사시간에 도장해야 한다.

⑧ 현장에 납품된 모든 도료는 사용하기 전에 뚜껑을 열어서는 안되며 일단 개봉된 도료는 완전히 사용하거나 제조회사의 사용지침에 따르도록 하여야 한다.

⑨ 최종 마무리 도장이 끝난 후에 미흡한 부위가 있는지 확인하고 표면을 깨끗이 유지하여야 한다.

⑨-1 White salt 제거

하도도장후 장기간 대기중에 노출됨으로서 표면에 형성되는 white salt(아연염으로서 대기중의 염분, 수분 등의 성분과 zine간의 반응으로 생성)를 제거하여야 한다. 즉, 먼저 고압청수로 닦은 후 빳빳한 솔(stiff brush)로 아연염을 제거하여야 하며, 심하게 염이 형성된 부위는 가벼운 모래소사(sand sweeping)로서 제거해 주어야 한다.

⑨-2 열영향부(용접비드부 포함)의 브라스팅은 용접 수 최소한 48시간 경과 후 시행하고 슬래그등은 브라스팅 전에 그라인딩하여 제거하여야 한다.

⑨-3 강재 절단면의 모서리부는 완만하게 그라인딩 후 브라스팅을 실시하여야 한다.

⑨-4 Mist coat 시공

무기질 징크계 도료는 다량의 구상 아연말을 포함한 제품으로 도장시 다공성의 도막을 형성하여 후도막형 도료로 후속도장시 popping(일종의 pinhole)을 유발 시킬 수 있으므로 이

를 방지하기 위하여 mist cost을 실시하여 popping을 방지하여야 한다. 후속 도장되는 중도도료를 해당 희석제로 50%정도 희석하여 30㎛ 정도로 mist coat시공후 잔여도막을 wet-on-wet 방법에 의해 규정도막두께로 도장하여야 한다.

⑨-5 수용성 무기징크 도장은 실내에서 실시하여야 하고 환경조건은 온도 10～30℃, 습도 50～85%에서 도장하여야 한다.

7) 도장부위에 대한 구분

※도장면에 대한 도장사양은 표 3.11과 같이 각 부위별로 구분하여 분류한다.

표 3.11 도장부위에 대한 구분

구 분		정 의
A	외 부	외부환경에 접하고, 미관이 중용시 되는 부분
B	외부포장면	DECK의 상부로서 포장 (CONCRETE등)과 접합되는 면

8) 외부용 도장 계열

①일반 환경의 중방식 도장계열은 표3.12과 같다.

표 3.12 일반 환경용 중방식 도장

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (MIST COAT)	80	1
		제3층	후막형 에폭시계 도료		1
	공장/현장도장	제4층	폴리 우레탄계 도료	30	1
		제5층	폴리 우레탄계 도료	30	1
	계			215	

②일반 환경의 세라믹 도장 계열은 표 3.13과 같다.

표 3.13 일반 환경의 세라믹 도장

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	샵 프라이머		무기질 아연분말 샵프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	세라믹계 방식 도료	60	1
		제2층	세라믹계 방식 도료	60	1
		제3층	세라믹계 우레탄	40	1
	계			160	

③ 특수 환경용 중방식도장 계열(우레탄계 마감)은 표 3.14과 같다.

표 3.14 특수 환경용 중방식도장

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (MIST COAT)	100	1
		제3층	후막형 에폭시계 도료		1
		제4층	폴리 우레탄계 도료	40	1
	공장/현장도장	제5층	폴리 우레탄계 도료	40	1
	계			255	

④ 특수 환경용 중방식 도장 계열(자연 건조형 불소수지 마감)은 표3.15와 같다.

표 3.15 특수 환경용 중방식 도장

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	샵 프라이머		무기질 아연말 샵프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	무기질 아연말 도료	75	1
		제2층	미스트 코트 (MIST COAT)	100	1
		제3층	후막형 에폭시계 도료		1
		제4층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1
	현장/공장도장	제5층	자연 건조형 불소수지 도료	25	1
	계			225	

⑤ 특수 환경용 세라믹 도장 계열.

표 3.16 특수 환경용 세라믹 도장 (세라믹계 방식도료 마감)

구 분	공 정		도료명칭 및 방법	도막두께 (㎛)	도장 횟수
교량외부	1차 표면처리		SSPC - SP 10		
	샵 프라이머		무기질 아연분말 샵프라이머	20	1
	2차 표면처리		SSPC - SP 10		
	공장도장	제1층	세라믹계 방식 도료	70	1
		제2층	세라믹계 방식 도료	70	1
		제3층	세라믹계 우레탄	60	1
	계			200	

9) Shopprimer(무기질 징크계 도료)의 적용 (공장도장)

본 도료의 적용은 도장공정의 편의를 위하여 적용되는 도료로서 적용이 필수적인 것은 아니며 필요에 따라 적용여부를 결정해야 한다. 철표면의 전처리 등급은 SSPC-SP 10등급이상으로 wire cut, grit 혹은 shot ball 등으로 블라스팅 되어야 하며 철표면 및 후속 도료의 부착을 위해 최소 25㎛ 이상의 표면조도(anchor pattern)를 얻는 것이 무엇보다 중요하다.

철판에 강교 제작중의 방청효과를 부여하기 위하여 무기질 징크계 shopprimer를 도장하여야 하며 이러한 shopprimer는 철판의 절단속도에 영향을 주지 않아야 하며 용접속도나 용접효과 및 용접시간에 영향을 주지 않아야 한다. 가급적 블라스팅 작업이 진행된 즉시 "On-line" 도장공정을 통해 즉시 도장하여야 한다.

10) 강판 외부 시공방법(공장도장)

① Shopprimer가 적용된 경우

용접부 및 도막손상에 의한 발청부위는 블라스팅 방법으로 녹을 완전히 제거하고 동시에 shopprimer 잔존도막은 sweeping 방법으로 가능한 한 제거하여야 한다. 규정된 무기질 징징크계 하도를 전면에 규정된 건조도막두께로 적용하여야 한다.

② Shopprimer가 적용하지 않는 경우

공장시설의 여건상 shopprimer 적용이 불가능한 경우는 박스거더를 제작후 공장에서 적당한 연마제(sand등)를 사용하여 규정된 전처리 등급(SSPC-SP 10, 표면조도 25㎛~75㎛)으로 표면처리후 무기질 징크계 하도를 도장하며 후속도장도 사양에 따라 도장한다.

③ 외부의 경우 중도를 도장하고 장기간 폭로후 상도를 도장시 층간 부착력이 저하 될 수 있으므로 적절한 표면처리(sand papering)후 상도를 도장하여야 한다.

④ Splice 접촉면은 반드시 하도만 도장되도록 하여야 한다.

11) 현장 도장

현장에 구조물을 완전히 설치하고 슬라브 타설등이 완료된 후 현장도장에 착수한다. 표면에 오염된 각종 이물질을 완전히 제거

되어야 하며 재도장간격이 경과한 도막에 대해 서는 적절한 표면처리 후 도장하여야 한다.

① Girder의 손상부위 보수도장

가. 현장으로 운반도중 변형, 손상부위 및 용접부위 등은 현장 도장전에 표면의 녹, 기름기 및 오염물을 완전히 제거한 후 녹발생 부분은 극소한 경우 power tool로 SP 3급까지 전처리 후 기본 도장사양에 따라 touch-up 한 다음 현장 도장을 실시하여야 한다.

나. 손상부위가 넓을 경우 손상부위를 블라스팅 처리한 후 원래 도장 사양대로 도장 한다.

② 강판 외부 마감도장

볼트 및 splice 도장 및 손상부위 보수도장이 완료된 후 외부에 대해 오염된 이물질을 완전히 제거하고 즉시 상도를 도장한다.

12) 도장검사

① 발주자 대리인의 승인 없이는 어떠한 경우라도 도장에 임할 수 없으며 불량하다고 지적받은 부위는 즉시 수정작업을 하여야 한다.

② 후속 도장시는 종전 도막의 오염, 먼지의 제거 및 건조상태 등을 확인 받아야 한다. 발주자 대리인은 매회 도장에 대한 건조도막 두께를 측정하여 도막두께가 미달된 부분은 재도장 작업을 하여야 한다.

③ 시공자는 발주자 대리인에게 검사시 검증된 필요기기를 제공하여야 하며 검사에 필요한 검사기기로는 건조도막 및 습도막 측정기, 표면조도 측정기, 습도측정기(Sling psychrometer), 철표면온도측정기, 소형 휴대용 건조도막 측정기, Holyday detecter, Dewpoint 계산척 등이 있다

④ 시공자는 본 공사를 위해 자체도장 품질관리 요원을 선정 활용하며 도장시공의 진행 및 현장도장 상태를 수시로 사전 확인하고 미비한 부위를 수정토록 함으로써 양호하고 신속한 도장공사가 될 수 있도록 협조하여야 한다.

⑤ 자체 품질관리 요원, 도급회사 품질관리 요원 및 도장감리요원은 당일 검사할 부위의 사전상태를 확인후 도장검사성적서 양식에 따라 검사후 발주자 대리인에게 승인을 받아야 한다.

⑥ 자격 및 도장감리기기를 갖춘 전문기술자가 작업장에 입회하여 이상적인 도장사양의 성취를 위하여 도장절차의 모든과정을 점검한다.

13) 도막두께 검사 및 관리

① 도막두께는 도장의 방청효과와 내구성에 크게 영향을 미치므로, 충분히 관리하는 것이 필요하다. 도막의 두께는 도장작업중에 실시하는 습도막 두께 및 도장작업이 완료된 후 측정하는 건조후 측정하여 관리한다.

② 습도막 두께는 도장작업 초기에 측정하여 예상 건조도막 두께를 확인하고, 건조도막 두께는 건조후 측정하여 결과를 평가한다.

③ 도막두께의 측정치는 각점마다 달라지고, 도막두께의 평가는 많은 측정치를 통계처리하여 행할 필요가 있으며 일반적으로 표 3.17와 같은 평가방법이 이용되고 있다.

표 3.17 기준 도막두께에 대한 시공허용 범위

기준 도막두께		최소 (Spot)		최대 (평균)		최대 (Spot)	
mils	(㎛)	mils	(㎛)	mils	(㎛)	mils	(㎛)
1.0	(25)	0.8	(20)	2.0	(50)	3.0	(75)
1.5	(38)	1.2	(30)	3.0	(75)	4.0	(100)
2.0	(50)	1.6	(40)	4.0	(100)	5.0	(125)
3.0	(75)	2.4	(60)	6.0	(150)	7.0	(175)
4.0	(100)	3.2	(80)	7.0	(175)	8.5	(213)
5.0	(125)	4.0	(100)	8.0	(200)	9.5	(238)
6.0	(150)	4.8	(120)	9.0	(225)	10.5	(263)
7.0	(175)	5.6	(140)	10.0	(250)	11.5	(288)
8.0	(200)	6.4	(160)	11.0	(272)	12.5	(313)
10.0	(250)	8.0	(200)	13.0	(325)	14.5	(363)
15.0	(275)	12.0	(300)	20.0	(500)	23.0	(575)
20.0	(500)	16.0	(400)	26.0	(650)	29.0	(725)
25.0	(625)	20.0	(500)	32.0	(800)	36.0	(900)
30.0	(750)	24.0	(600)	38.0	(950)	42.0	(1050)
35.0	(875)	28.0	(700)	44.0	(1100)	48.0	(1200)
40.0	(1000)	32.0	(800)	50.0	(1250)	55.0	(1375)
50.0	(1250)	40.0	(1000)	62.0	(1550)	48.0	(1700)
60.0	(1200)	48.0	(1200)	74.0	(1850)	81.0	(2025)

※ 강교 도막두께 검사는 단위부재당 2-30개소 (1개소당 5점 측정 평균)로 측정하여야 한다.

3.10 공장 조립

1) 강구조물은 제작 후 공장에서 가조립을 실시하여야 하며, 이때 솟음량, 선형, 규격, 현장 이음부의 간격 및 볼트구멍의 정확도에 대하여는 조립정밀도의 기준에 따라 감독원의 확인을 받아야 하고, 공장의 가조립은 전체 구조물을 일시에 조립하도록 진행하여야 한다.
2) 지면에서 약 70cm 높이에 견고한 기초로 받침 지지대를 세우고, 지지대 위에서 똑바로 세워 조립하여야 한다.
3) 구조물을 부분적으로 조립해야 하는 경우에는 조립 부분의 명세와 조립 방법을 사전에 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
4) 공장 가조립의 순서는 설치되는 장소에 따라 현장조건을 감안하여 결정하여야 한다.
5) 공장 가조립에서 주부재의 접합에는 드리프트 핀이나 가조임 볼트를 사용하여야 한다. 이때 사용하는 드리프트 핀이나 볼트의 최소수량은 부재의 접합에 사용되는 고장력 볼트 수량의 10 ~ 20%정도라야 한다.
6) 현장에서 조립하는 구조물의 부재는 잘 보이는 장소에 조립기호를 적정한 방법으로 표시 하여야 한다.

3.11 운 송

1) 부재의 운송계획서는 감독원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
2) 운송전 부재 순서별로 조립기호를 기입하고 스플라이스 플레이트도 부재에 맞게 운송한다.
3) 운송중 손상의 우려가 있는 것은 목재 또는 앵글 등으로 견고하게 포장을 하여 부재가 파손이 되지 않도록 유의하여야 한다.
4) 운송된 부재에 결함이 있을 경우에는 결함부위를 수정하여야 하며, 수정작업시 그 재질이 손상되지 않도록 교정작업을 실시하고 가열시 600℃를 초과해서는 안된다. 이는 도막 벗겨짐이나 강재의 찌그러짐 등을 유발할 수 있기 때문이다.
5) 철도와 도로를 이용하여 구조물을 운반하는 경우에는 운반대차의 구조 및 싣는 방법에 유의하고, 운반도중 손상이 가지 않도록 하여야 한다.
6) 부재는 현장에서 조립하는 순서를 고려하여 현장에 적치하여야 한다.
7) 부재는 직접 지면에 닿지 않도록 받침대를 고이고 받침대와 부재 접촉면 사이에 고무판 등을 설치하여 부재 도장부위가 손상되지 않도록 하여야 한다.

3.12 현장조립

1) 모든 재료는 설계도서에 표시된 대로 정확히 조립하여야 하며, 조립순서를 지켜야 한다.

2) 어떤 부분도 휘거나 갈라지거나 기타 손상을 입지 않도록 모든 재료는 조심스럽게 취급하여야 하며, 부재의 재질에 손상을 입히거나 변형을 일으키는 망치질을 해서는 안된다.

3) 지지부나 영구히 접촉하는 부위의 표면은 가설전에 깨끗이 청소하여야 한다.

4) 강구조물의 조립을 위한 받침대 및 비계는 좋은 지반을 선정하여 비틀림, 경사, 전도 등의 우려가 없고, 소정의 솟음을 고려하여 견고하게 수평으로 설치하여야 한다.

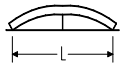
5) 강구조물의 조립에는 소요 고장력 볼트 수의 1/3 이상의 가조임 볼트 및 드리프트 핀을 사용하고, 구멍을 잘맞추어 볼트 조임을 하여야 한다. 이때 드리프트 핀에 의하여 구멍을 확대시키거나, 손상시키지 않도록 하여야 한다.

6) 강구조물에 부득이 구멍을 뚫어야 할 때에는 감독원의 승인을 받아야 한다.

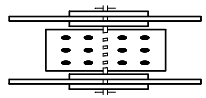
7) 현장에서 연결할 부분은 연결구멍의 절반을 가설용 볼트나 핀으로 임시 연결하고 가설후 완전히 연결하여야 한다.

8) 조립의 정밀도는 표 3-36를 따른다.

<표 3-36 조 립 정 밀 도>

<table>
<tr><th rowspan="2">번호</th><th rowspan="2">대 상</th><th rowspan="2">항 목</th><th colspan="4">규 격</th><th rowspan="2">비 고</th></tr>
<tr><th colspan="2">판형, 상자형들보, 강상판</th><th colspan="2">트러스, 아아치, 라멘</th></tr>
<tr><td>1</td><td rowspan="5">부재의
정밀도</td><td>부재높이(H)</td><td>H≤2m
2＜H≤3m
3＜H≤4m
4＜H≤5m</td><td>± 4mm
± 5mm
± 6mm
± 7mm</td><td>H≤1m
H＞1m</td><td>± 2mm
± 3mm</td><td rowspan="3">현장이음부의 상대
오차를 왼쪽값의
1/2로 함</td></tr>
<tr><td>2</td><td>플랜지폭(W)</td><td>W≤1m
W＞1m</td><td>± 2mm
± 4mm</td><td>W≤1m
W＞1m</td><td>± 2mm
± 4mm</td></tr>
<tr><td>3</td><td>부재길이(L)</td><td>L≤10m
L＞10m</td><td>± 3mm
± 4mm</td><td>L≤10m
L＞10m</td><td>± 3mm
± 4mm</td></tr>
<tr><td>4</td><td>압축부재의
구부러짐</td><td colspan="2">-</td><td colspan="2">$\delta = L/1000$</td><td>δ
</td></tr>
<tr><td rowspan="3">5</td><td rowspan="4">조립의
정밀도</td><td rowspan="3">강판의
평탄도</td><td>판형의 복부판
* H : 복부판
높이(mm)</td><td>$H/250$mm</td><td rowspan="3">플랜지
및
복부판</td><td rowspan="3">$W/150$(mm)

* W : 용접선 간격</td><td rowspan="3">현장이음부의
상대오차를
왼쪽값의
1/2 로 함</td></tr>
<tr><td>상자형들보,
플랜지 및
강상판</td><td>$W/150$mm
W:리브간격 또는
복부판 간격</td></tr>
<tr><td colspan="2">플랜지의 직각도 1/100</td></tr>
<tr><td>6</td><td>전장, 지간</td><td colspan="5">$\pm(10+L/10)$mm, * L : 전장 또는 지간 (m)</td></tr>
<tr><td>7</td><td>보, 트러스의
중심간거리</td><td colspan="5">± {4(B-2) × 0.5} mm
* B : 설계중심간 거리 m</td></tr>
</table>

번호	대 상	항 목	규 격		비 고
			판형, 상자형들보, 강상판	트러스, 아아치, 라멘	
8	조립의 정밀도	현장이음부의 간격	$\delta \leq 3$ (mm)	δ1  δ2	δ:δ1,δ2중 큰 값
9		솟 음	L ≤ 20 : ± 5 mm 20 < L ≤ 40 : -5 ~+10 mm 40 < L ≤ 80 : -5 ~+15 mm 80 < L ≤ 100 : -5 ~+25 mm * L : 지간장길이 m		
10		신축장치	길이의 차 L ≤ 10 : -5 ~+10 mm L > 10 : -5 ~+ {10 + (L - 10) x 0.5} mm * L : 신축장치의 길이 조합된 신축장치의 높이의 차 : ± 2mm 핑거의 높이 차 : ± 2mm		

3.13 가 설

1) 가설작업 착수전에 현장의 종합적인 여건을 충분히 검토하고, 가설방법과 사용할 장비의 수량 및 특성, 안전관리 등을 포함한 가설계획서를 제출하여 감독원의 승인을 받아야 한다.

2) 감독원의 승인을 받았더라도 작업상의 안전과 정확한 공사수행에 관한 수급인의 책임이 면제되는 것은 아니며, 감독원의 승인을 받기 전에는 가설공사를 착수할 수 없다.

3) 평면선형이 곡선부인 구조물은 무게중심 및 뒤틀림 등을 검토한 후, 구조적으로 안정한 임시가벤트를 설치하여야 한다.

4) 수급인은 기하학적 형상관리를 위해 시공계획의 각 단계별로 구조거동을 파악하여야 한다. 설계하중에 의한 거동과 비교 분석하여 차이가 있을 경우에는 구조전문기술자와 수급인 및 감독원이 상호 협의하여 대책을 수립하여야 한다.

5) 구조물의 받침 및 앵커 볼트 설치시에는 무수축재를 혼합한 고강도 모르터를 사용하여야 하며, 감독원의 확인을 받아야 한다.

6) 구조물을 이동하는 경우에는 과속 주행하지 않도록 하여야 한다.

7) 구조물의 가설 및 철거중에 부득이 공사를 중단해야 하는 경우에는 감독원의 지시를 받아 유해가 없도록 안전조치를 강구하여야 한다.

8) 구조물의 가설 또는 철거시 들어올리기 및 내리기에 잭을 사용하는 경우에는 특히 구조물의 안정에 유의하여야 한다. 잭의 취급시 주의사항은 다음과 같다.

가) 잭은 경사지지 않도록 견고한 받침대 위에 설치하여야 한다.

나) 구조물, 완충재등의 양단에서 동시에 잭을 사용해서는 안된다.

다) 구조물은 좌우가 항시 수평이 되도록 유지하여야 한다.

3.14 prestress 도입

1) 긴장 작업시 유의해야할 사항은 다음과 같다.

가) STRESS 도입시기는 콘크리트 설계기준강도(35 MPa)의 80%(28 MPa)에 도달하였거나 타설28일 경과 후 실시한다.

나) 긴장장치는 필히 공인기관의 검교정을 필한 계기를 사용하여야 한다.

다) 긴장작업전 준비작업 후 정착구 뒷 부분 STRAND에 빨간 페인트칠을 하여 신장량 측정 후 최종 확인한다.

라) 설계 긴장력에 못 미쳐서 신장량이 100%로 나온 경우 설계 긴장력까지 긴장한다.

마) 프리스트레싱의 관리는 하중계의 지시도 및 PC강재의 신장량에 의해 관리하는 것을 원칙으로 하고 그의 관계가 직선 비례 하는 지를 확인 하여야 한다.

바) 긴장시 긴장력이 0.8Pu(1가닥) 값과 0.9Py(1가닥) 값을 넘지 않도록 미리 한계선을 파악하여 과도한 긴장이 되지 않도록 한다.

사) 신장량의 측정은 10 MPa 단위를 원칙으로 한다.

아) 0 ~ 10 MPa 까지의 신장량은 측정하지 않고 이후 신장량의 평균치를 적용한다.

자) 실제 현장 최종신장량의 관리 한계는 재산출 적용 신장량의 텐던별 ±15% 전체텐던 ±7%를 기준으로 한다.

차) 최종 신장량은 현장에서 실측된 신장량에서 잭(JACK)내 신장량 및 정착장치 슬립량을 (-)보정한 값이다.

카) 긴장 후 PC강재는 정착구 측면에서 2~3 ㎝ 남기고 절단 후 몰탈로 마감한다.

타) 인장순서는 설계도면을 참고하여 정해진 순서대로 시공한다.

파) 시험인장을 실시하여 현장적용 긴장력 및 신장량을 관리한다.

2) 긴장 작업순서는 다음사항을 준수하도록 한다.

① 압력게이지 CALIBRATION을 확인한다.

② 긴장작업은 콘크리트 설계기준강도(fck′= 35 MPa)의 80%이상 확보된 후 실시한다. (0.80 fck′= 0.80 × 35′= 28 MPa)

③ 긴장력이 PC강재의 항복점 이하임을 확인한다.

④ 횡방향 정착 단부의 주변을 깨끗이 손질하여 이물질이 없도록 하고 강선의 배열을 꼬이지 않게 정리한 후 헤드(HEAD)를 끼우고 지압판에 밀착시킨다음 정착쐐기(WEDGE)를 1차 정착한다.

⑤ 인장기를 헤드(HEAD)에 밀착시킨 후 강연선 끝에 끼우고 인장기를 장착한다. 인장기를 밀착시켜 강선의 늘어짐을 최소화한다.

⑥ 펌프를 작동하여 지시 압력까지 긴장을 시작한다. 신장량의 측정은 압력계기 10MPa마다 인장기 피스톤의 STROKE를 체크하여 기록한다.

⑦ 긴장 지시 압력까지 도달 후 펌핑을 중단하고 인장측 밸브를 잠그고 긴장상태를 유지시킨다.

⑧ 신장량을 검토하고 설계 신장량에 미달되거나 넘었을 경우 감독관의 지시에 따른다.

⑨ 정착 후 인장측 쐐기를 탈영하고 인장기를 이탈한다. 실측된 신장량을 인장결과서에 기록 작성하여 감독관에 보고한다. 신장량 감소는 WEDGE 정착구 성적서에 준해 적용한다.

3) 그라우팅 작업순서는 다음사항을 준수하도록 한다.

① 정착단부의 헤드(HEAD)와 정착웻지(WEDGE) 사이의 공간을 시멘트 풀이나 석고를 잘개어 그라우트 압력(3MPa)이상 에도 새지않게 잘 막는다. 이때, 그라우트 홀(HOLE)은 막히지 않도록 주의한다.

② 시멘트 풀이 충분히 굳은 후 믹싱작업을 시작하여 설계량의 물-시멘트-팽창제를 순서대로 투입 하고 잘섞어 주입시킨다.

③ 그라우트 재료를 정지시켜 두면 재료 분리등의 원인에 의하여 유동성의 악화 또는 다른 악 영향을 주므로, 주입은 천천히 하되 연속적인 주입작업을 실시 하여야 한다.

④ 반대편 배출구에서 그라우팅 밀크가 배출되기 시작하고, CABLE내에 밀크가 충분히 포화상태가 되었다고 판단되면 밀크 주입을 중단하고 주입구와 배출구를 단단히 막는다.

⑤ 그라우트는 KSF 시험 규정 기준임.

⑥ 밀크 혼합후 30분이상 지연된 밀크는 사용해서는 안된다.

⑦ FLOW TIME은 11초 이상으로 관리한다.

⑧ 팽창제 사용량은 생산자의 규정에 따른다.

4) 단부마감

① 단부마감 거푸집은 합판을 사용한다.

② 합판을 단부에 단단히 고정한다.

③ 무수축몰탈을 타설한다.

④ 몰탈 양생을 거친 후 거푸집을 해체하여 몰탈 표면상태를 점검한다.

⑤ 주변 정리정돈 및 청소를 하고 마무리한다.

⑥ 모든 공정이 완료되면 시공사 감독관에게 보고하고 점검을 받은 후 작업완료 한다.