

KCS 41 70 02: 2021

막과케이블구조공사

2021년 8월 13일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축물의 조적공사, 석공사, 목공사, 방수공사 미장공사 등에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축공사표준시방서	• 건설부 제정 건축공사표준시방서	제정 (1967.12.29.)
건축공사표준시방서(상), (하)		개정 (1978.12.26.)
건축공사표준시방서(상), (하)	• 건설부 제정 1985년도 개정판	개정 (1985)
건축공사표준시방서	• 건설부 제정 1988년도 개정판	개정 (1989.8.20.)
건축공사표준시방서	• 건설부 제정 1994년 전면개정	개정 (1994.8.30.)
건축공사표준시방서	• 전면개정	개정 (1999.5.10.)
건축공사표준시방서	• 개정판	개정 (2006.4.25.)
건축공사표준시방서	• 개정판	개정 (2013.7.30.)
KCS 41 70 02 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KCS 41 70 02 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)
KCS 41 70 02 : 2021	• 건축공사 안전 및 성능 증대 등을 위한 전면 개정	개정 (2021.8)

제 정 : 2016년 6월 30일
 심 의 : 중앙건설기술심의위원회
 소관부서 : 국토교통부 건축안전과
 관련단체 (작성기관) : 대한건축학회

개 정 : 2021년 8월 13일
 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 참고 기준	2
1.3 용어의 정의	2
1.4 제출물	2
1.5 품질보증	6
1.6 환경유의사항	6
2. 자재	6
2.1 막 자재	6
2.2 접합용 철물 자재 및 품질	7
2.3 송풍시스템	7
2.4 기타 자재 및 품질	7
2.5 자재시험 및 검사	7
2.6 자재의 취급 및 보관	9
2.7 케이블 자재와 제작도면의 승인	9
2.8 철골 자재	9
2.9 케이블 자재	10
3. 시공	11
3.1 막구조 공사 시공	11
3.2 공기막구조 공사 시공	16
3.3 케이블구조 공사 시공	21

막과 케이블구조공사

1. 일반사항

1.1 적용범위

1.1.1 막구조 적용범위

이 기준은 골조막 및 현수막 구조 등에 해당하는 일반 막구조물의 제작 및 시공에 적용한다. 다만, 부분적으로 이 시방에 따를 수 없거나 기재되지 않은 사항 또는 특수한 구조로서 이 시방에 따라 실시할 수 없는 사항에 대하여는 미리 담당원과 협의하여 그 지시에 따른다.

- (1) 이 기준은 막구조 공사에 적용하고, 설계도서 또는 공사시방서에서 정한 것 이외는 이 기준에 따른다.
- (2) 이 기준은 일반적으로 사용되는 막구조 지붕공사를 규정하고 있다. 단, 건축물의 외부에 설치되는 소규모 접이식 차양막과 공기막 구조는 이 항의 규정에서 제외되지만 지붕의 연장으로 제작된 것과 캔틸레버식 차양은 이 절에 포함된다.
- (3) 막구조공사 이외의 공사 시공에 대해서는 KCS 41 00 00의 각 기준에 따른다.
- (4) 이 기준에 채용하고 있는 것 이외의 규격, 규준류의 규정은 이 기준과 동등의 효력이 있는 것으로 한다. 단, 그 규정이 이 시방서의 규정과 다른 경우는 법규에 의거한 기준 등의 경우를 제외하고 이 기준의 규정이 우선한다.
- (5) 연구, 실험의 결과에 따라서 이 기준에 표시한 시공수준과 동등 이상의 수준으로 인정받은 사항에 대하여는 담당원의 승인을 받아 시행할 수 있다.

1.1.2 공기막구조 적용범위

이 기준은 일반적으로 사용되는 공기막 공사를 규정하고 있다. 단, 건축물과 관계없는 광고탑과 공중부유 공기막은 이 기준에서 제외되나 건축물의 용도로 사용되는 것은 이 기준에 포함된다.

1.1.3 케이블구조 적용범위

- (1) 이 기준은 케이블로 구성된 구조물과 관련된 공사를 규정한다.
- (2) 케이블 공사를 위한 철골구조는 KCS 14 31 00에 따르지만 케이블공사의 특성에 따라 결정되는 특수한 사항은 이 기준에 따른다.
- (3) 이 기준은 케이블의 제작 및 현장시공 조립에 필요한 자재, 인력, 장비 등의 공급을 포함한 공

막과 케이블구조공사

사에 적용하며 또한 다음과 같은 항목의 제작, 운송 및 현장조립에 대해 적용한다.

- ① 케이블 및 케이블의 철물류, 소켓, 블록 소켓 등에 적용한다.
- ② 케이블구조물에 대한 모든 요소들의 접합부에 적용한다.
- ③ 케이블구조의 일부로 설치되는 철골공사에 적용한다.

1.2 참고 기준

1.2.1 관련 법규

내용 없음

1.2.2 관련 기준

작업상 관련 기준, 규준, 법규 등을 적용하기 어려운 부분이 있는 경우는 작업 시작 전, 담당원에게 제출하고 승인을 득하여 적용하여야 한다.

- KCS 14 20 00 콘크리트공사
- KCS 14 31 00 강구조공사
- KS F 2530 석재
- KS K ISO 5084 텍스타일-섬유 제품의 두께 측정
- KS K 0521 텍스타일-천의 인장 성질-인장 강도 및 신도 측정 : 스트립법
- KS K 0536 직물의 인열 강도 시험방법: 텅법

1.3 용어의 정의

- 가압공간: 공기로 가압되는 공기막구조의 내부 공간
- 막(membrane or fabric): 직포구조를 기본으로 하고 섬유를 꼰 실을 경사. 위사로 하여 짠 것으로 이방성을 가지고 있음
- 비가압공간: 외피가 이중막구조(튜브 또는 에어메트 등)로 구성되어 공기가압이 되지 않는 공기막구조의 내부 공간
- 시공과정 해석(sequence analysis): 부재 조립 순서에 따른 전 과정에서 구조의 안정과 응력 안전을 확인하면서 시공 오차의 흡수와 조정을 수행하여 목표로 하는 완성 형상으로 유도하기 위한 해석
- 재단도(cutting pattern): 막구조에서 재단한 천을 봉합하여 설계 곡면을 형성하기 위해 곡면을 근사적으로 평면 전개한 도면으로 입체 재단도 또는 커팅패턴이라고도 함.

1.4 제출물

1.4.1 막구조 제출물

수급인은 공사 시작 전 다음 사항을 담당원에게 제출한다. 건축공사 공정표에 의한 막 설치의 모든 단계에 대한 시공계획서 및 공정표를 제출한다. 이 시방에 따라 시공계획서를 제출한다. 막에 관한 보증서, 검사서, 유지보수서 및 하자담보기간 보증서를 제출하며, 또한 검사 및 유지보수 계획서를 제출하여야 한다.

(1) 공사계약문서 및 이 기준의 일반사항에서 정한 바에 따라 다음 사항을 제출하여 담당원의 승인을 받도록 한다.

- ① 제품 관련자료: 각 종류별 석재, 보강철물 및 기타 소요자재와 관련된 제품설명서, 카탈로그, 기술자료, 시공지침서 포함
- ② 시공도: 제작도 및 절단, 부분가공, 마감 상세를 포함한 설계도면
- ③ 견본: 각 종류별 석재는 KS F 2530에 규정된 것과 동등 이상의 석재 견본품 및 설계도면에 의한 보강철물, 실링재 및 기타 소요자재 포함.
- ④ 기타: 계약조건 및 이 시방서의 일반사항에서 정한 경우 또는 별도로 지정한 바에 따라 성분(물리) 시험 분석보고서, 및 품질보증서 제출

(2) 제출사항의 규격, 형식, 시기 및 절차는 일반사항에서 정한 바에 따르고, 담당원의 승인을 받은 설계도면, 견본품 및 관련 자료 등은 지정된 기간 동안 정해진 관리기준에 따르도록 유지·관리하여야 한다.

(3) 공장제작 전

① 견본

사용될 막의 각 종류에 대하여 A3 크기의 견본 2부를 제출하며, 또한 각 종류별 막 클램프 시스템, 막 단부 클램프 시스템, 그리고 합성고무에 대한 견본 등을 제출하여 담당원의 승인을 득한다(시험성적표 첨부).

② 시험성적서

사용자재의 공인시험 성적서를 제출한다

③ 시공 상세도면

가. 시공 상세도면은 수급인의 책임 하에 준비하며, 담당원의 승인을 득하여야 한다. 시공 상세도면의 승인 시 이에 따른 모든 구조계산서와 도면을 제출하여야 한다.

나. 시공 상세도면에는 작업에 필요한 모든 자재를 설계도서에서 표시되어 있지 않았더라도 이를 표시하여야 한다. 설계도서에 자재가 표시되지 않은 경우 자재의 적정성 여부를 판단할 수 있는 자료와 확인서를 제출하여야 한다.

다. 요구사항에 맞지 않는 현장 또는 공장에 공급되는 어떤 자재라도 책임기술자의 승인 없이 사용될 수 없다.

라. 시공 상세도면의 특별한 제한사항

(가) 막구조를 형성하는 모든 부분들과 구성 요소들이 포함된 시공 상세도면을 제출한다.

막과 케이블구조공사

(나) 막 패널의 시공 상세도면은 막 클램프, 알루미늄 플레이트, 고무 개스킷에 관한 것을 포함한 지붕을 덮는 막구조의 제작에 필요한 모든 사항을 포함한다. 여기에는 막의 크기와 형상이 명시되어야 하며, 공장에서의 막 절단 형상과 접합, 크기, 종류가 표기된 도면을 포함한다.

(다) 막 클램프, 고무 개스킷을 포함하여 각 구성요소의 모든 치수가 적힌 막 클램프 제작 상세도면을 제출하여야 한다. 추가로 클램프의 일반적인 규격에 벗어난 항목은 개별적으로 모든 치수가 적힌 상세한 내용이 표기되어야 한다. 모든 부품, 자재, 그리고 조절용 표시를 나타내어야 한다. 도면에는 구조상의 각 부분의 위치를 명확히 나타내어야 한다.

(라) 공장의 상황에 의해 변형 조정된 치수와 더불어 모든 자재, 계측, 마무리, 길이, 마무리 부속품 타입, 위치와 방향이 명시된 시공 상세도면을 제출하여야 한다.

(4) 공사시작 전

① 시공계획서

가. 수급인은 이 기준에 따라 시공계획서를 제출한다.

나. 수급인은 미리 승인되거나 지정되지 않은 작업이 있다면 이를 담당원에게 통보하고, 여기에 사용되는 제품을 담당원에게 제출하여야 한다.

② 시험성적서

지붕 막의 제작 전 다음의 시험 프로그램을 우선 수행해야 하며, 수급인은 담당원에게 사전에 알리고, 입회 시험을 실시하여야 하며, 그 결과를 승인용으로 제출해야 한다. 시험 시행자는 담당원이 시험설비와 모든 실험 작업을 자유로이 점검할 수 있도록 준비하여야 한다. 단, 이전에 수행한 시험이라도 아래 사항을 만족하고 이 공사의 상세작업 부분에 적용된다면 담당원의 동의를 득하여 제출될 수 있다.

가. 막 겹침 연결

일반적인 막 겹침 연결부가 설계도서에 제시된 하중을 지지할 수 있는 안전율을 보유하고 있음을 증명하여야 한다.

나. 막 클램핑 시스템

막 클램핑 시스템이 설계하중, 설치 시 시공하중 및 막 인장력과 사용된 시공기술에 적합하고, 수급인이 선택한 볼트 및 부속자재는 공인기관의 시험 성적서를 제출하여야 한다.

다. 그 외 발주처, 담당원의 요구 시 시방서의 시험에 대하여 필요한 자재를 제출한다.

라. 막 자재와 관련된 시험결과는 막구조의 구조적인 안전성 확보에 매우 큰 영향을 미치므로 철저한 검토·확인을 받은 후 승인절차를 진행한다. 이 과정은 어떠한 경우에도 생략될 수 없다.

(5) 공사완료 후

① 공사완료보고서

② 준공보고서

③ 유지관리 지침서

1.4.2 공기막구조 제출물

(1) 제품자료

사용자재와 송풍시스템에 대한 성능 자료를 담당원에 제출한다.

(2) 견본

수급인은 공사시작 전 사용자재에 대한 견본품과 시험성적서를 담당원에게 제출하여 승인을 득한다.

(3) 설계도서

수급인은 설계도서를 검토하여 구조적인 안정성과 공기막 구조의 자립에 대한 확인을 하여 이상이 발생하였을 경우 이를 담당원에게 보고하여 적절한 조치를 취해야 한다.

(4) 시공도서

수급인은 시공에 관련된 시공 상세도 및 제작도, 시공계획서 등을 작성하여 담당원에게 제출하여 승인을 득하여야 한다. 공기막 구조의 시공을 위해 준비되는 시공도서는 막구조 시방에 준하며, 송풍시스템에 대한 시공도서가 특별히 준비되어야 한다.

(5) 유지관리 지침서

수급인은 시공되는 공기막 구조의 유지관리 지침서를 사전에 작성하여 제출하여 송풍시스템 등의 공기막 구조 유지를 위한 제반 준비를 시공과 동시에 하여야 한다. 수급인은 유지관리를 고려하여 설계에 부적합한 부분이 있다면 이를 발췌하여 책임기술자의 검토 후 담당원에 제출하여 적절한 구조물이 시공될 수 있도록 하여야 한다.

(6) 수급인이 담당원에게 제출해야 할 사항

- ① 건축공사 공정표에 의한 케이블구조 설치의 모든 단계에 대한 시공계획서 및 공정표를 제출한다.
- ② 공사에 소요되는 케이블 및 주요 부속 자재에 관한 보증서, 검사서, 유지보수서 및 하자 담보 기간 보증서를 제출하며 또한 검사와 유지보수 계획서를 제출해야 한다.

(7) 견본품

- ① 케이블: 사용되는 각 종류별 케이블 샘플 제출
- ② 기타: 이 공사에 사용되는 주요 자재

(8) 시공 상세도면

- ① 시공 상세도면은 수급인의 책임 하에 준비하도록 한다.
- ② 수급인은 설계와 케이블 재단을 할 수 있는 상세 시공도면을 작성할 때에는 이에 따른 모든 필요한 계산서와 도면을 제출해야 한다.

막과 케이블구조공사

③ 제출하는 시공도면에는 작업에 필요한 자재 및 규격이 설계도서에 명기되지 않았더라도 이를 확인 후 명기하여야 한다.

④ 현장이나 공장에 공급되는 자재는 담당원의 승인 없이 사용될 수 없다.

(9) 시공 상세도면의 표기사항

① 수급인은 케이블구조의 각 케이블에 대하여 최종 인장력과 모든 구성요소를 표시하여야 한다. 또한 케이블 각 부재의 크기와 규격을 명시하여야 한다.

② 공장의 상황에 의해 변형 조정된 치수와 더불어 모든 자재, 계측, 마무리, 길이, 마무리 부속 품 형태, 위치와 방향이 명시된 시공 도면을 제출해야 한다.

(10) 시공계획

① 수급인은 케이블구조의 시공과정에 따른 가설계획, 장비계획, 설치계획을 현장여건에 맞게 작성하여 제출한다.

② 수급인은 시공계획을 수립하기 위해 시공과정 해석을 수행하여 케이블 장력 도입단계별 도입 장력값을 제시하고, 이에 적절한 장비계획과 설치계획을 수립한다. 시공과정 해석은 구조물의 형상 및 현장여건을 고려하여 수행하며, 시공 중 발생하는 구조물의 불안정상태에 대한 고려가 포함되어야 한다.

1.5 품질보증

KCS 41 70 01(1.5)에 따른다.

1.6 환경유의사항

KCS 41 70 01(1.6)에 따른다.

2. 자재

(1) 이 기준에서는 막구조 지붕, 공기막을 구성하는 자재에 대하여 규정한다.

(2) 공기막 구조에 사용되는 막구조 자재의 종류와 시험방법 등은 막구조 시방서에 준한다.

(3) 이 공사에 사용되는 자재 및 제품은 설계도서에 지정된 것을 사용하며, 공사시방서에 의해 제시된 기준을 적용한다. 단, 지정된 기준을 적용하기 어려움이 있는 경우 사전에 이 사항을 담당원에 제출하여 승인을 득하여야 한다.

2.1 막 자재

설계서에 제시된 막자재 성능을 만족하는 공인된 시험기관에서 수행된 시험 성적서를 제출하여 성능이 인정된 경우에 사용할 수 있다.

(1) 유리섬유 막재

- (2) 폴리에스테르섬유 막재
- (3) 기타 제품성능이 인정되는 막재

2.2 접합용 철물 자재 및 품질

접합용 철물의 종류, 형상, 품질은 설계도서 또는 공사시방서에 따른다.

- (1) 접합용 플레이트
- (2) 볼트
- (3) 기타

2.3 송풍시스템

송풍시스템은 이 시방서의 송풍시스템에서 규정하는 것을 적용한다.

2.4 기타 자재 및 품질

기타 보강용 자재의 종류, 형상, 품질은 공사시방서 또는 설계도서에 따른다.

- (1) 고무판
- (2) 단부 보강용 로프
- (3) 턴버클
- (4) 기타

2.5 자재시험 및 검사

2.5.1 일반사항

- (1) 이 기준은 막구조 공사에서 사용하는 자재에 대한 시험, 검사에 대하여 적용한다.
- (2) 품질관리를 위하여 행하는 시험, 검사의 항목, 방법 및 그 판정 기준은 이 기준에 의하는 것 외에 공사시방서에 따른다.
- (3) 시험·검사하기 위한 시료, 공시체의 채취장소 또는 시험, 검사대상 부위 등은 그 부분의 품질이 전체를 대표하도록 선정하여 담당원의 승인을 받는다.
- (4) 시험, 검사는 필요에 따라 담당원의 입회를 받는다. 이들 결과의 기록은 담당원에게 제출하여 승인을 받아야 한다.
- (5) 이 기준에 의한 시험, 검사에 관한 기록은 일정 기간 보관하여 담당원의 요구가 있으면 제시

막과 케이블구조공사

하거나 보고한다.

- (6) 시험, 검사의 결과가 규정에 적합하지 않는 경우의 조치는 담당원의 지시에 따른다.

2.5.2 사용자재의 시험 및 검사

- (1) 사용 자재의 품질이 설계도서와 공사시방서 및 담당원의 승인을 받는 규정 또는 그 지시에 의한 규정에 적합한지를 확인한다.
- (2) 막재의 물리적 성질시험에 대한 기준 및 품질관리 시험은 다음의 표 2.5-1과 같다.

표 2.5-1 막재의 시험, 검사

항목	시험, 검사방법	판정기준	시험, 검사시기
막재의 종류	-	설계도서	자재제작 전
두께	KS K ISO 5084:2011 (JIS K 6328, DIN EN ISO 2286-3:1998)	설계도서	자재제작 전
원사의 밀도	ASTM D 3775:12 JIS L 1096:2010		
인장강도	KS K 0521:2011, C.R.E, 스트립법 (JIS L 1096:2010, DIN 53354)		
인열강도	KS K 0536:2014, C.R.E, 트래피조이드법 (JIS L 1096:2010, DIN 53363:1969)		
접착강도	JIS L 1096:2010, 스트립법		자재 선정 이후
신율	KS K 0521:2011, C.R.E, 스트립법 (JIS L 1096:2010, DIN 53354)		
투광률	Uv-Vis-Nir Spectrophotometer		
반사율	Uv-Vis-Nir Spectrophotometer		

- (3) 모든 관리시험은 공인된 시험기관에서 수행해야 한다. 막의 강도에 대하여 이 공사에 사용할 목적으로 생산된 제품의 샘플을 인장 시험하여 최종적인 막의 인장강도를 결정하며, 이 결과를 담당원에게 제출한다. 시험은 사전에 준비하여 담당원이 입회해야 한다.
- (4) 접합용 철물 및 기타 자재의 품질 확인은 설계도서에 규정된 각 자재의 기준에 의거한다. 한국산업표준 시험방법에 규정되지 않은 자재의 시험, 검사는 공사시방서에 따른다.
- (5) 표 2.5-1에 규정된 품질관리 시험 이외에 담당원의 요구 또는 설계도서에 추가적인 시험이 제시되어 있다면 이를 시험하여 담당원에게 제출하여 승인받아야 한다.

2.6 자재의 취급 및 보관

- (1) 공장 및 현장에 반입된 자재는 종류별로 구분하여 비, 바람 및 습기 등으로 인하여 손상이 받

생하지 않도록 보관한다.

- (2) 자재 검수 시 불합격품은 발견한 즉시 다른 것과 섞이지 않게 구분하여 장외로 반출하여야 한다.

2.7 케이블 자재와 제작도면의 승인

- (1) 제출물에서 언급되었던 것처럼 자재, 공장제작 및 현장조립순서에 대해 승인을 득하여야 한다.
- (2) 공장에서 제조된 철골 및 케이블은 담당원에 의해 제조공장, 제작소, 그리고 현장에서 점검될 수 있어야 한다.
- (3) 시험절차가 지정된 것과 차이가 있다면 이를 사전에 담당원에 알리고 승인을 득해야 하며 전 체시험 공정은 시험 보고서와 함께 제출되어야 한다.
- (4) 담당원이 점검했어도 수급인에 대한 공사의 정확성이나 특성에 대해 책임은 면제될 수 없다.

2.8 철골 자재

2.8.1 구조용 강재 및 볼트

- (1) 구조용 강재와 볼트는 설계도서에 의해 제시된 강종을 사용하며, 각각의 한국산업표준 및 KCS 14 31 00에 따른다. 공사시방서 또는 구조설계서에 별도의 요구항목이 있는 경우에는 이를 우선으로 한다.
- (2) 케이블의 직접적인 연결부를 구성하는 강재 중에 두께에 수직으로 인장력이 작용하는 철판은 내부 박리에 대해 초음파 검사를 해야 한다.
- (3) 강재의 기계적 성질을 알기 위한 시험방법과 시험편은 한국산업표준에 따른다.
- (4) 모든 현장용접은 비파괴검사를 수행한다.
- (5) 상기에 대한 모든 품질시험을 공인시험기관에서 수행하여 그 결과를 제출하여야 한다.

2.9 케이블 자재

2.9.1 케이블

- (1) 모든 구조용 케이블은 설계도서에 제시된 요구사항을 만족해야 하며, 공사시방서에서 정하는 시험 방법에 의해 수행된 시험결과를 제출하여 승인을 득하여야 한다.
- (2) 케이블 자재는 적합한 선재를 가공한 와이어를 사용하는 것을 원칙으로 한다. 선재의 규격은 설계도서에서 정한 것으로 사용하여야 한다.

2.9.2 소켓(socket), 블록소켓(block socket), 핀(pin)

막과 케이블구조공사

- (1) 모든 케이블 소켓 및 블록 소켓은 주강을 사용하거나 설계도서 또는 공사시방서에서 규정한 것의 동등 이상의 제품을 사용한다.
- (2) 모든 구조물과 소켓은 연결된 케이블이 끊어지지 않고, 설계도서에 명시된 파단강도의 100%를 견뎌야 하며, 어떤 경우에도 케이블의 효율성을 저해하지 않아야 한다.
- (3) 케이블 구조시스템에 사용되는 모든 주물케이블 소켓과의 연결기는 공인시험기관에서 공사시방서에서 요구하는 시험을 실시하여 결과를 제출해야 한다.
- (4) 모든 마무리용품은 아연도금을 하여야 한다.
- (5) 공사시방서에는 최소한 표 2.9-1의 조건에 대한 성능 범위를 규정하여야 한다.

표 2.9-1 필요강도가 규정되어야 할 최소 항목

구분	성능범위
최소항복강도	—
최소인장강도	—
파괴 시 최소변형도	—
Notched Bar Impact Strength ISO-V	—

2.9.3 케이블 부속물

- (1) 주물품과 핀 등 케이블의 부속품은 모든 부위에서 크랙이 없어야 하며, 한국산업표준에 나타나 있는 오차가 적용된다. 측정오차가 서로 다른 구조부재(케이블, 핀 등)의 치수가 정확하게 제조되어야 한다. 설계된 자재는 측정 시 요구되는 정확도와 설계 도서면의 기준조건에 적합해야 한다.
- (2) 모든 부속물은 인증된 제3기관의 품질조절 시험을 받아야 한다. 승인된 비파괴검사로서 자분탐상검사(MT: Magnetic Particle Testing), 액체침투검사(PT: Liquid Penetrant Testing), 초음파, X-선 등을 이용하여 검사한다.
- (3) 케이블 단부 고정용 철물은 스트레칭된 케이블에 대하여 미끄러짐 하중시험을 실시하여 최소 케이블 파단강도의 90%를 지지하여야 한다.

2.9.4 케이블 운반

- (1) 케이블을 포장 운반 시에는 케이블의 강도가 감소 되지 않는 크기로 포장한다.
- (2) 케이블을 운반 중 코팅에 심각한 손상이 있어서는 안 되며, 각각의 손상된 면적이 100 mm² 이하는 무기질 아연페인트나 아연도금 위에 스프레이를 사용하여 아연 도금층이 기존의 부식-방수 능력을 회복하도록 즉시 보수하여야 한다.

3. 시공

3.1 막구조 공사 시공

3.1.1 시공계획

수급인은 공사 시작 전에 시공계획서를 작성하여 담당원의 승인을 얻는다. 시공계획서에는 다음과 같은 내용을 포함하여야 한다.

(1) 품질 및 시공관리 조직

필요한 공종별 전문 인력을 포함하여 공장과 현장으로 구분하여 조직하고 책임자를 지정하여야 한다.

(2) 공정계획

착공에서부터 준공까지의 전체공사에 대한 공정계획은 다음과 같은 공정들의 연관성을 충분히 검토하여 전 공정이 지연됨이 없이 실시 되도록 수립되어야 한다.

① 공장작업 공정

가. 부재제작 공정

나. 부재출하 공정

② 운반공정

③ 현장의 작업공정

가. 조립공정

나. 접합공정

다. 최종 조정공정

(3) 막 제작계획

막 제작계획은 설계도서를 검토하여 구조적인 안전성과 시공성을 확인하고 자재의 수급, 제작 기간, 공장의 생산능력, 운반계획, 조립계획 등을 종합적으로 검토하여 다음과 같은 내용들을 포함 시켜 작성해야 한다.

① 공장 개요

② 사용 자재: 막 자재, 접합용 철물

③ 설계도서검토 계획

④ 제품규격: 제작 허용차

⑤ 막 재단 공정

⑥ 접합공정

⑦ 검사방법

⑧ 품질 체크리스트

⑨ 기타

막과 케이블구조공사

(4) 운반계획

- ① 부재의 운반계획은 제작공장에서의 막재의 적재와 운반에 대한 세부사항, 현장에서의 막재 취급과 조립, 현장 야적 등을 고려하여 작성한다.
- ② 운반 시 적재방법 등을 명시하고, 운반과정에서 막재에 유해한 접힘이나 파손이 생기지 않도록 운반 시 유의사항을 명시한다.
- ③ 운반계획은 공사현장을 미리 답사하여 다음과 같은 조건들에 유의하여 작성한다.
 - 가. 막재의 적재 및 하차
 - 나. 현장 야적

(5) 현장가설계획

생산된 자재의 현장 야적 및 공사를 위한 가설계획을 수립한다. 막자재는 매우 유연하여 현장 야적 및 작업 시 손상의 우려가 크므로 현장에서는 다음 사항들에 대한 가설계획이 필요하다.

① 야적장

- 가. 야적장소는 평탄하고, 다른 작업으로 자재가 손상되는 일이 없는 곳을 택한다.
- 나. 야적장의 바닥은 모래나 잡석 등을 이용하여 잘 다지거나 콘크리트 및 아스팔트로 포장한다.
- 다. 야적장 주변에는 배수로를 설치하여 물이 고이지 않도록 한다.

② 비계

현장 상황에 따라 작업의 안전을 위하여 비계를 설치하고, 비계는 막조립 시 손상이 가지 않도록 유의하고 작업 시 안전성을 확보할 수 있도록 한다.

(6) 공정별 시공계획

공사현장에서 막구조 공사와 관련된 공정에 대하여는 다음 사항들을 포함하여 시공계획서를 작성한다. 특히 대규모 막구조공사의 경우 장력도입이 필수적이므로 장력도입과정에 대한 시공과정 해석을 수행하여 단계별 장력도입 계획을 사전에 수립해야 한다.

- ① 시공조건
- ② 시공과정해석에 의한 장력도입계획
- ③ 시공순서 및 방법
- ④ 허용차
- ⑤ 검사 및 시험방법
- ⑥ 시공상의 체크리스트
- ⑦ 기타 유의사항

(7) 시공관리계획

수급인은 시공관리계획을 사전에 수립하여 공장 및 현장에서 일어나는 제반 사항에 대하여 시공관리를 하여야 한다.

- ① 품질관리계획

가. 공장 및 현장의 품질관리를 통하여 소정의 품질을 얻을 수 있도록 계획한다.

나. 공정별, 작업별로 계획한다.

다. 자재의 요구 성능 항목에 대한 시험 및 검사계획을 수립한다.

② 공정관리계획

가. 노무계획, 자재수급계획, 장비동원계획 등을 공정계획과 부합되도록 수립한다.

나. 공장과 현장의 연결관계를 수시로 점검하여 공기지연 요소를 제거하여야 한다.

③ 안전관리계획

막구조 공사는 일반적으로 고공에서 이루어지게 되고, 막재의 유연성으로 파손되기 쉬우므로 자재의 취급과 조립공사 등에 적절한 안전계획을 수립한다.

3.1.2 시공

(1) 하부 구조물의 조사

수급인은 막 설치작업을 시작하기 전 현장조사를 실시하여 막지지구조 및 현존하는 구조물의 상태를 파악하고 모든 작업 기준점의 정확한 치수를 측량하여 제작 및 설치공사에 적용한다.

(2) 막구조 조립 조절과 검사

① 막구조가 설계와 일치하여 시공되고, 막구조의 어느 부위에도 손상 또는 과부하 응력이 발생하는 시공하중이 없도록 확인하기 위하여 계속적으로 골조구조의 현장 조립과 설치작업에 대하여 관찰하여야 한다.

② 다음 사항의 감독이 잘 이루어지도록 막 응력 측정을 포함한 감독 방법의 제어 및 절차가 진행되어야 한다.

가. 막의 최종형상이 결정되었을 때, 지붕구조 시스템은 지정된 형상에 지정된 균일한 막 프리스트레스가 발생하도록 결정되어야 한다.

나. 감독 및 설치작업 시작 전, 시험장비의 점검을 증명하는 서류를 담당원에게 제출하여야 한다.

다. 막의 설치 후 막에 대한 관찰(**monitoring**)을 하여야 한다. 만약 관찰 시 하중 또는 응력이 설계하중 또는 설계응력을 초과하는 것으로 나타날 때는 언제라도 수급인은 담당원에게 질의와 통보를 통해 즉각적인 작업 일부를 중단해야 한다. 수급인은 책임기술자의 의견을 받아 구조적인 안전성을 검토하고, 과하중 조건을 제거하는데 필요한 절차, 수정 또는 대책 작업을 결정하여 담당원에게 보고하여야 한다.

(3) 막구조 자재와 제작도면의 승인

① 자재, 공장제작 및 현장조립순서에 대하여 담당원의 승인을 득하여야 한다.

② 수급인은 시공 전에 제작도면을 수행하여 담당원에게 제출하여야 한다.

③ 제작도면 수행 시 막 패널에 대해서는 재단도 해석을 수행하여 재단 배치도를 제작도면에 포함하여야 하며, 이와 관련된 사항은 담당원의 승인을 득하여야 한다.

막과 케이블구조공사

- ④ 생산된 공장에서 제조된 막은 담당원에 의해 제작공장, 제작소 그리고 현장에서 점검될 수 있어야 한다.

(4) 제작 및 시공

① 엔지니어링과 디자인

수급인은 관련된 시공 상세도면 작성 시 다음의 항목에 관련된 엔지니어링을 수행하여야 한다.

가. 막 씌우기

막 씌우기는 컴퓨터에 의해 계획되고, 도면에 제시된 초기응력에서의 지붕 모양을 고려하여 보정되어야 한다.

나. 막 클램프

(가) 막 지붕공사에 사용되는 부재들은 막 설치공사 중 발생하는 막 인장력에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다. 부재들은 영구적인 변형과 피로 항복 없이 한쪽 면으로부터 막 설치 하중에 견딜 수 있도록 설계되어야 한다.

(나) 막의 클램프와 지지부 사이의 공간은 클램프 곡률이 부드럽게 유지되고, 물의 고임이 생기는 것을 방지하여야 한다.

(다) 로프로 묶인 가장자리에서의 열처리 및 점착성의 실링은 막 클램프의 폭 크기 이내에서만 설치될 수 있다.

(라) 클램프의 모든 부재는 조립 시 응력집중을 막기 위하여 막 접촉면에서 최소 곡률반경 6 mm 이상 둥글게 처리되어야 한다. 상하클램프 플레이트의 코너부는 바람에 의한 막재의 손상 방지를 위하여 곡률 반경 6 mm 이상 완만하게 절곡되어야 한다.

(마) 볼트, 너트, 합성고무 몰딩의 볼트 두부 등은 클램프로 사용되는 부재의 아래에 긴결되어야 한다.

(바) 클램프 시스템은 설치하는 물론 사용 중 막면 내에서 응력집중이 일어나지 않도록 부재 끝에서 일직선으로 연결되도록 설계되어야 한다.

(사) 경계면에 있는 모든 강재는 합성 고무층으로 분리되어야 한다.

(아) 이질 재질 사이의 모든 경계면은 외기에 직접적인 노출 여부와 관계없이 적절한 수단으로 한쪽 경계면을 코팅함으로써 보호되어야 한다.

② 막 패널 제작

가. 수급인은 시방서 상에 지시된 응력, 변형률, 지붕의 기하학적 형태들을 확보하도록 자재의 신축성을 보정하여야 한다.

나. 모서리 부분과 응력의 집중이 생길 수 있는 부분들은 사선 보강으로 처리한다.

다. 도면과 시방서의 의도와 일치하도록 작업을 완성하기 위해 모든 제작 작업은 시방서 상의 언급에 상관없이 완성되어야 한다. 이러한 제작 작업은 구조적인 접합부, 로프로 묶인 가장자리, 정착부와 클램프 장치를 포함한다.

라. 막의 모든 접합부와 이음부는 방수에 적합한 방식으로 배열한다.

마. 수급인은 지붕의 모든 부재에 대해 수송 과정과 설치 이전 단계에서 발생할 수 있는 구

김, 놀림, 마모를 최소화하기 위해 최선을 다하여야 한다.

③ 막구조의 시공

가. 구조용 강재와 관련된 기술적 사항은 KCS 14 31 00의 해당 사항을 참조한다.

나. 기상조건

막구조 시공과정에서 기상조건에의 예보와 연관된 작업은 막구조 설치기술자의 조언과 일정에 따라 작업을 수행하여야 한다. 초속 5 m/s 이상의 바람이 부는 경우 막의 설치가 위험하므로 이러한 기상조건 하에서 작업을 진행할 때에는 담당원의 승인을 받아야 한다.

다. 준비

막구조를 설치하기 전에 접촉하는 모든 표면을 검토하여야 한다. 작업을 진행하기 전에 시방서 상에서 지시하는 대로 모든 가장자리가 유연하고 잘 처리되었는지를 확인하고, 막 지붕의 설치와 공사가 이루어지는 동안 막이 찢어지거나 손상을 일으키는 원인이 될 만한 것들을 제거하여야 한다. 모든 접합부 상세가 적절하고 완전한지, 막구조의 시공과 초기 응력을 부여하기 위하여 필요한 자재와 설비들이 가까이에 있는지를 확인하여야 한다.

라. 날카로운 모서리 혹은 어느 부위에서나 막이 구겨지거나 겹쳐지지 않도록 하여야 한다. 막은 어떤 형태로든 손상되어서는 안 된다. 막이 놓이는 표면은 비교적 부드럽고 돌출이 없고 날카롭지 않으며 불규칙한 것이 없어야 한다. 시공하는 동안 막을 다루는 데 있어서 주의하여야 한다.

마. 막은 건축적으로나 구조적으로 적절한 방법으로 제작·설치되고 응력이 가해져야 한다.

바. 청결

시공하는 동안 가능한 사용자재의 내·외부 표면이 깨끗하도록 주의가 필요하다.

④ 부재의 결함 및 보수

가. 막 자재에 구멍 또는 찢김이 발생할 경우와 막면에 심각한 접힘 흔적이 있는 경우에는 보수해야 한다.

나. 보수 가능성 여부에 관하여 담당원이 보수 후 구조적인 성능을 확보할 수 있는가 판단을 내린 후 적절한 방법을 통하여 결정하여야 한다.

다. 수급인은 보수 부분의 보양 방법을 정확히 제시하여 담당원의 승인을 받아야 한다.

3.1.3 시공관리

수급인은 시공계획서에 의거하여 공장 및 현장에서 일어나는 제반 사항에 대하여 시공관리를 하여야 한다.

(1) 품질관리

① 품질관리는 품질관리 책임자를 정하여 실시한다. 공장 및 현장의 품질관리 요점을 명확히 하여 소정의 품질을 얻을 수 있도록 관리한다.

② 공정별, 작업별로 과정 관리를 실시한다.

막과 케이블구조공사

③ 막재 및 부속자재의 요구 성능 항목에 대한 시험 및 검사를 각 장의 시험 및 검사항목에 따라 수행하여 담당원의 승인을 받아야 한다.

(2) 공정관리

- ① 노무계획, 자재수급계획, 장비 동원계획 등을 공정계획과 부합되도록 수립하고 관리하여야 한다.
- ② 공장과 현장의 연결관계를 수시로 점검하여 공기 지연 요소를 제거하여야 한다.
- ③ 막구조 공사의 안전관리는 일반적으로 고공에서 이루어지게 되고, 막재의 유연성으로 파손되기 쉬우므로 자재의 취급과 조립공사 등에서 작업자의 각별한 주의가 요망된다.

3.2 공기막구조 공사 시공

3.2.1 준비

- (1) 공기막 구조의 시공은 건설지의 지반조건, 환경조건, 하중조건, 공중안전상의 조건을 사전에 검토하여 시공계획을 수립한다.
- (2) 상시 내압과 최대 내압의 적절한 설정, 그리고 형태, 자재, 지지시스템 및 송풍시스템 등을 고려하여 적절한 공기막 구조를 선정한다.

3.2.2 제작

- (1) 막재의 제작은 이 기준에 따른다.
- (2) 송풍시스템은 이 시방서의 송풍시스템에서 규정하는 것을 적용한다.

3.2.3 설치

(1) 지지구조

- ① 지지구조는 공기막구조의 수평 축력 및 부상력을 충분히 고려하고, 막면의 팽창·수축이 쉽고 안전하도록 시공한다.
- ② 가압공간과 비가압 공간의 경계벽, 창유리, 출입구 등은 사람, 물건 등의 충격 및 최대 내압, 지진, 강풍 등에 안전하여야 하며, 접합부에서의 기밀성을 유지하여야 한다.

(2) 기초구조

공기막 구조에서 일반적으로 기초는 인발력이 작용한다. 따라서 외력과 상시 내압에 의해 작용되는 반력에 의해 기초구조가 이동변형이 발생하지 않도록 시공하여야 한다.

(3) 출입구

출입구 구조는 보통 사용 시 내압에 큰 반동을 주지 않는 기구의 것으로 최대 내압 시에도 사용할 수 있는 것으로 설치한다. 공기막 구조 출입구에서는 다음 항목을 고려하여야 한다.

- ① 회전문 또는 이중 문일 것(이중 셔터 포함, 비상문 제외)

- ② 평소 사용 시 내압에 커다란 변동을 끼치지 않는 기구로 할 것
- ③ 안전하게 출입할 수 있도록 조정되어 균형이 잘 잡혀 있을 것
- ④ 내부가 보이도록 유리 또는 작은 창이 있을 것
- ⑤ 회전문은 일반적으로 사람 통행이 많은 경우(100인/시 이상)에 설치하고, 적은 경우 이중 문으로 한다.
- ⑥ 들어갈 때 내부(이중 문 안, 회전문 안)가 보이는 구조로 한다.
- ⑦ 이중 문은 내·외 부문이 비상 시를 제외하고 동시에 열리지 않는 구조로 하거나 램프, 경보 등의 장치를 설치하여야 한다.
- ⑧ 전동식 이중 문의 경우 정전 시에 수동 개폐가 가능해야 한다.
- ⑨ 지붕면과 벽면이 일체로 되어 있는 경우 출입구는 지붕면의 눈 또는 빗물이 미끄러지거나 떨어지는 것에 대한 조치가 취해져 있어야 하며, 자립구조이어야 한다.

(4) 비상문

- ① 비상문은 바깥 열림으로 하며, 보통 때의 출입에는 사용하지 않는다.
- ② 수축 시스템 또는 보조지지구조가 없는 경우에는 비상구는 자립하는 구조로 하여 비상구 부근은 막의 강하를 방지할 프레임 등을 설치한다.
- ③ 비상구의 개방은 내압에 의하여 급격히 열리기 때문에 완충장치 등의 부착 또는 밸런스 문 혹은 작은 창을 설치하여 맨 처음에는 그것을 열어 실내압을 떨어뜨린 후 문을 개방하는 장치가 필요하다.
- ④ 회전문, 이중 문은 비상문으로 사용될 수 없다.

(5) 개구부

- ① 원칙적으로 개구부는 개폐하지 않도록 하지만 비상용, 환기 등을 목적으로 하는 경우 개폐할 수 있다.
- ② 고압 하에도 잘 부착시켜 강도를 갖게 하며 기밀성을 고려한 것을 사용한다.
- ③ 개구부의 크기는 사고로 파손되었을 때 막지붕 면이 수축되지 않을 정도로 하며, 송풍량, 자중 및 내압에 따라 다르므로 설계도서에 의하여 시공하거나 추가로 설치할 경우 담당원의 승인을 득한 후 설치한다.

(6) 막재

① 막면의 보강

- 가. 막면에 배수공, 환기공, 배연공 등의 기구를 부착할 경우 막면의 응력집중 부분을 보강해야 하며, 보강막이 충분히 응력을 부담할 수 있도록 접합한다.
- 나. 막재의 단부 부착 접합부도 보강하도록 한다.
- 다. 막면의 보강은 가장자리 부분에서 서로 엇갈리게 하여 응력을 매끄럽게 전달할 수 있도록 보강하며, 보강되지 않은 막면에 큰 응력이 집중되지 않도록 한다.
- 라. 막자재와 케이블재가 직접 접촉하는 부분은 막면에 보강 케이블재를 피복하는 등의 조

막과 케이블구조공사

치를 한다.

마. 막면의 보강방법은 담당원의 승인을 얻어 실시한다.

② 막재와 막자재의 부착부

가. 막재와 경계구조 또는 하부구조와의 접합은 기밀성, 방수성, 내구성이 좋은 방법으로 접합강도를 충분히 유지하도록 한다.

나. 부착부에는 빗물, 쓰레기 등 이물질이 고이지 않도록 한다.

다. 막재와 케이블과의 접합은 기밀성, 방수성, 내구성이 좋은 방법으로 접합강도를 충분히 얻을 수 있고, 막재에 응력집중이 없도록 하는 동시에 또한 케이블의 유연성을 손상시키지 않는 방법으로 접합한다.

③ 케이블과 경계구조와의 접합

가. 케이블의 정착방식에는 여러 가지 방법이 있으므로 케이블 시방서에 있는 연결방법을 사용하거나 공사시방서에 특별히 규정한 사항을 따른다.

나. 케이블과 케이블의 교점을 고정할 케이블 고정철물은 케이블 상호간의 미끄러짐에 대하여 저항력이 충분한 것으로 한다.

다. 지점부에서는 존재응력을 경계구조에 안전하게 전달하고 케이블 선단부의 회전을 구속하지 않도록 한다.

④ 막면의 각종 기기류의 부착

가. 원칙적으로는 막면, 케이블재로부터 조명설비, 음향설비 등의 기기류는 매달지 않도록 하는 것이 바람직하다.

나. 필요한 경우에는 부착물은 경량으로 하여 낙하 또는 막면 및 케이블재에 과도한 응력이나 변형이 생기지 않고 또 유해한 진동의 위험이 없도록 부착한다. 집중하중이 커지게 될 경우 부분적인 변형이 생기지 않도록 복수의 케이블 교차점으로 하중을 분산시켜야 한다.

다. 막면에 환기공, 배수공, 피뢰침 등을 설치할 경우에는 경량의 것으로 하여 기밀성, 방수성을 유지하고 막면에 과도한 응력변형을 발생시키지 않는 방법으로 부착한다.

라. 막면 강하 시 막과 접촉이 있더라도 막을 손상시키지 않을 기구로 한다.

⑤ 배수

가. 막면은 호우 시 빗물 혹은 융설수가 고이지 않도록 적정 내압에 의해 공기막 구조가 자립했을 경우 유연하고 매끄러운 형태가 되어야 한다.

나. 융설수에 대해서도 경계구조 위에서 결빙되지 않도록 한다.

다. 바닥면의 배수공, 트랩 등은 일반적인 장소와 달리 내외의 기압차 때문에 수면에 차이가 있으므로 유의한다.

(7) 송풍시스템

- ① 송풍시스템은 송풍장치, 덕트장치, 동력원, 구동장치 및 감지장치, 제어기로 구성되며, 이 시스템은 항상 송풍을 함으로써 설계 내압을 유지하고, 지붕막면을 안정시키며, 외부하중에 저항한다.

- ② 하중에 대응한 내압 제어를 하기 위하여 압력계, 우량계, 풍속계, 강설계 등의 감지장치에 의하여 자동적인 내압 제어장치, 송풍량 제어장치 등이 필요하다.
- ③ 이들 장치 및 기기류는 경우에 따라서 여분의 장비를 준비하는 것이 필요하다. 송풍 장비는 규모와 용도, 설치 위치에 따라 우량계, 강설계는 생략할 수 있으나 그 외에 인명과 구조물의 안전에 필요한 장치는 생략될 수 없다.

(8) 송풍장치

- ① 송풍장치는 설계하중 하에서 항상 설계 내압을 얻을 수 있는 송풍량과 송풍압을 유지함과 동시에 내부의 필요 환기량을 상회하는 송풍량을 유지할 수 있는 장치를 사용한다.
- ② 송풍기 선정 시에는 다음의 사항을 만족해야 한다.
 - 가. 송풍기의 출력은 필요 용량보다 상당한 여유율을 갖는 것으로 한다.
 - 나. 송풍기의 용량은 강풍 시, 적설 시 내압을 유지하는데 필요한 송풍압과 덕트 등의 압력 손실을 고려하여 산정한다.
 - 다. 내부 인원과 온도변화에 따라 환기가 필요한 경우를 고려한다.
 - 라. 설계 내압은 주송풍기에 의하여 유지할 수 있도록 하고 필요 환기량에 대해서는 예비송풍기를 사용할 수 있다.
 - 마. 송풍기는 장시간 연속운전이 가능하고, 상시 안정된 송풍이 가능한 것을 선정한다.

(9) 분전반

- ① 분전반은 공기막 내부의 조명 및 부속설비용과는 별도로 주·보조 및 비상 발전시스템용 전용의 분전반이 설치되어야 한다.
- ② 공기막의 공조시스템 전용 분전반에서 주 공조시스템과 보조 및 비상 발전시스템의 전원 연결단자 및 스위치는 별도로 조작되도록 설치되어야 한다.
- ③ 내구성이 좋고 전선의 접속, 개폐기의 조작, 기기류의 보수 및 점검이 용이하게 제작되어야 한다.
- ④ 공기막 구조물 내부 벽에 삽입되어 설치되는 분전반 및 기타 설비들은 공기압이 누출되지 않도록 모든 개폐장치 및 전선관이 밀폐되어야 한다.
- ⑤ 기타사항은 전기설비기술기준에 적합하게 시설하여야 한다.

(10) 공기 흡입구

- ① 송풍기가 외기와 함께 이물질들을 흡입하지 않도록 흡입구 등에는 필터 등을 부착하여 외부 공기 흡입 시 공기 중의 먼지를 제거하여야 한다. 필터는 송풍저항을 받지 않는 것을 사용한다.
- ② 공기 흡입구에서 송풍기의 소음이 흡입구를 통하여 외부로 전달되지 않도록 흡입구에 소음기 또는 흡입실에 방음장치 등을 부착한다.

(11) 덕트

- ① 공기막 구조에 사용되는 송풍덕트는 가능한 송풍저항을 적게 하도록 부착한다. 덕트의 크

막과 케이블구조공사

기는 압력손실의 계산으로 크기를 정한다.

② 통풍 조절 밸브 및 역류 방지 밸브를 설치하여 공기역류를 방지한다.

(12) 예비 송풍장치

① 송풍장치는 주 송풍장치와 예비 송풍장치로 구성되어 있으며, 예비송풍기는 주 송풍기를 대체할 수 있는 능력을 갖추는 것으로 한다.

② 배선 등의 고장에 의하여 주 송풍기가 정지되더라도 예비송풍기는 정지되지 않도록 예비 송풍기는 주 송풍기에서 격리하여 설치하고, 배선 등을 독립시켜 설치한다.

③ 청소와 보호

가. 송풍시스템은 공기막 구조의 자립에 주요한 장치이므로 주변을 청결히 하고, 고장 시 긴급작업이 가능하도록 주변의 장애물이 없도록 한다.

나. 공기막 구조는 외력에 의해 변형이 크므로 막재에 손상이 없도록 날카로운 물체가 없도록 하며, 최종 시공 완료 점검 시 이를 반드시 확인해야 한다.

④ 유지관리

가. 공기막 구조는 존치 기간 동안 송풍시스템에 의해 자립되는 구조이므로 공사 완료 전 발주자와 협의하여 유지관리책임자를 지정하고 소정의 교육을 통하여 공기막 특성을 인지하고 각종 장비를 조작할 수 있도록 하여야 한다.

나. 수급인은 3.3.12(4)①의 교육을 책임지며 공사 완료 시 유지관리 지침서와 함께 이에 대한 자료를 제출하여야 한다.

다. 책임기술자는 유지관리 지침서와 관리자의 교육에 관련된 사항을 확인하여 준공처리를 하여야 한다.

3.3 케이블구조 공사 시공

3.3.1 시공상세도

(1) 설계도서 및 공사시방서에 의거하여 시공 상세도를 작성하여 담당원의 승인을 받은 후, 승인도에 따라 제작에 착수함을 원칙으로 한다.

(2) 공사시방서에 제시된 부수를 제출하는 것으로 하되, 최소한 시공 상세도의 제출부 수는 3부로 한다(이 중 1부는 승인 날인 후 반환되어야 함.).

(3) 부재의 재종, 치법 및 명칭의 기입 기준: 자재의 기입 규준은 소요수량. 재종-단면치법×두께×길이(재질)의 순으로 기입한다.

(4) 상세도 및 현도의 작성요령은 KCS 14 31 00에 따르며, 특별히 공사시방서 또는 구조설계서에서 제한하는 경우 이를 반영한다.

(5) 상세도: 모든 부재의 형태, 치수, 구멍의 위치, 거싯 플레이트 등의 접합 모양 및 수량 등을 표시한다.

3.3.2 현장조사

수급인은 공사시작 전 케이블의 지점부와 주변 여건을 측량하고 조사하여 제작과 시공에 적용하여야 한다.

3.3.3 철골 시공

- (1) 철골공사에 대한 일반적인 사항은 KCS 14 31 00에 따른다.
- (2) 특별히 설계도서 또는 공사시방서에 규정 항목이 있으면 이를 우선한다.
- (3) 하중전달을 위해 직접 지압에 의존하는 표면에 인접한 지압 절점은 압연되거나 절점 접촉면에서 지압이 완전하고 고르게 분포되도록 해야 한다.
- (4) 케이블구조의 지점이 있는 철골구조는 생산공장에서 가조립을 수행하여 현장조립 시 정밀시공이 되도록 하여야 한다.

3.3.4 케이블 시공

(1) 절단

- ① 케이블 절단 시 수급인은 시험결과를 고려하여 전체 신장길이를 확인해야 한다. 또한 온도의 영향을 포함 시켜야 한다.
- ② 수급인은 모든 케이블의 절단에 있어서 절단 내력을 구조설계에 책임 있는 책임기술자와 협의하여 결정하고, 이 내력은 고정하중 하에서 골조를 지지하는 케이블의 내력에 일치해야 한다.
- ③ 정확한 케이블 길이는 시험기관에 의뢰하여 수행된 시험결과를 고려하여 계산되어야 한다.
- ④ 수급인은 계산된 케이블 길이와 케이블 내력을 결정하기 위해 수행된 시험에서 확인된 탄성계수를 사용하여 케이블의 신장 전의 길이를 계산하여 계산된 결과를 제출하여야 한다.

(2) 케이블 제작

- ① 주물의 측정 및 오차가 다른 구조부재(케이블, 볼트 등)의 치수와 오차에 의해 결정되므로 생산자와 협의하여 다른 것과 서로 잘 조합되며, 또한 기능을 잘 발휘할 수 있도록 제조되어야 한다.
- ② 이것은 특히 구멍 맞춤과 홈 및 케이블의 직경에 적용된다. 설계된 자재는 측정 시 요구되는 정확도와 설계도면 조건에 적합해야 한다.

(3) 케이블 운반

- ① 제조자의 공장에 대한 정보, 단면적 및 길이 등의 세부사항이 첨부된 표찰이 있어야 한다. 또한 표찰에는 품질관리자의 승인 허가인이 있어야 한다. 품질관리자는 납봉을 하여 표찰을 첨부해야 한다.
- ② 케이블을 제조공장에서 선적하거나 운반 중에 손상이 가지 않도록 하여야 하며, 제조공장

막과 케이블구조공사

에서 임시로 적재하는 중에도 손상이 가지 않도록 한다.

(4) 케이블 장력도입

수급인은 케이블의 장력도입 시 시공 전에 구조해석을 통한 시공엔지니어링을 수행하여 단계별 도입 장력을 결정하고, 담당원에 제출하여 승인을 득한 후 단계별로 장력을 도입해야 한다.

(5) 시공 중 장력측정

- ① 시공 중에 인장 단계별로 케이블의 장력과 주요 위치점을 측정하여야 하며, 시공과정 해석에 의해 제시된 수치와 차이가 있는 경우 단계별 장력값을 보정하는 엔지니어링을 수행하여 다음 단계의 인장을 수행한다.
- ② 시공 중에 필요한 경우 고강도 봉 및 철골 부재의 응력을 측정하여야 하며, 이는 공사시방서에 따른다.
- ③ 각 단계별 장력 측정이 끝난 후, 장력측정 결과를 담당원에게 제출하여 장력도입의 적정성을 확인하여야 한다.

3.3.5 케이블 품질관리

(1) 개별적인 품질관리 시험은 공인된 시험기관에 의하여 수행되어야 한다. 샘플이 규준에 맞는 성능을 가질 경우 시험을 하지 않을 수 있다. 샘플이 요구조건에 맞지 않는 경우, 대안으로서 같은 케이블 중에서 두 개의 새로운 샘플을 취하여 시험한다. 만약 두 개의 샘플이 요구조건에 적합하지 않은 경우 모든 제품에 대하여 시험한다. 시험에 통과하지 못한 제품은 전체 제품에서 제외된다.

(2) 시험이 끝난 후, 시험결과 및 시험 통과 확인서를 담당원에게 제출하여야 한다.

(3) 다음은 케이블시험에 필요한 사항들이다. 공사시방서에 별도의 규정이 있으면 이를 우선으로 한다.

- ① 각각의 도금 용해물의 분석
- ② 와이어 시험편은 케이블 꼬임을 하기 위해 만들어진 와이어 코일로부터 채취한다. 이것의 길이는 반복 테스트하기에 충분해야 한다.
- ③ 개개의 와이어 코일에 대하여 수행되는 시험
 - 가. 인장 시험
 - 나. 휨 시험
 - 다. 비틀림 시험
 - 라. 아연도금의 총 무게와 부착력
 - 마. 와이어의 치수 정확도

(4) 치수 정확도는 공사시방서에 따르며, 허용직경 오차는 2% 이내이어야 한다.

(5) 케이블 길이의 오차

- ① 전체 길이는 매우 정확해야 한다. 길이의 오차로 인하여 케이블의 길이가 변할 경우 케이블 응력 경로가 변하게 된다. 케이블이 전체 길이는 1 : 1,000 (0.1%)의 오차 내로 조정되어야 한다.
 - ② 케이블이 신장되었을 경우에 대하여 요구 편차는 0.02%를 넘어서는 안 된다.
- (6) 모든 주물은 열간 아연도금을 해야 하며, 최소 층 두께는 50 μm 이어야 한다. 또한 최소 층 두께 90 μm 로 두 겹의 코팅을 해야 한다. 설계서에 별도의 도금관련 규정이 있다면 이를 우선한다.

3.3.6 유지관리 및 안전관리

- (1) 향후 유지관리 시 장력 변화를 용이하게 측정할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.
- ① 지점 구조물을 포함한 케이블 유지관리 방안 제시
 - ② 케이블 장력의 측정 주기 제시
- (2) 수급인은 모든 사용 자재에 대하여 성능을 확인하기 위하여 공사시방서에서 요구하는 시험을 수행하여 자재의 성능을 확인한다.
- (3) 수급인은 시공 및 검수가 원활히 되도록 준비하여야 한다.
- (4) 일반적인 관리작업 방침
- ① 일반작업
 - 가. 수급인은 작업에 앞서 가설 비계의 안전 점검을 실시한다.
 - 나. 전 작업원의 보호장비의 사용을 철저히 한다.
 - 다. 기계 공구, 기기류는 매일 점검을 하고, 항상 정상상태로 사용할 수 있도록 한다.
 - ② 볼트 취급 작업
 - 가. 볼트류 및 날카로운 공기구구는 작업 중에 철골 프레임이나 상부에 방치해 놓지 않도록 한다.
 - 나. 고소작업이므로 공구, 자재, 그 외의 다른 것들도 낙하의 위험이 있으므로 충분한 주의가 필요하다.
 - 다. 볼트류를 높은 곳에서 내릴 때는 컨테이너 등을 사용하는 것을 원칙으로 한다.
 - 라. 작업종료 시 공구, 볼트류는 반드시 회수하여 일정 장소에 보관한다.
- (5) 이상 기후 시 관리
- ① 케이블구조공사는 고소작업이기 때문에 기후의 상황에 맞는 안전한 작업관리가 필요하다. 또한 기상 정보를 미리 알아두어 악천후가 예측되는 날에 대응하여 적절한 안전대책과 작업관리를 한다.
 - ② 강풍 시 대책
 - 가. 기상예보에 주의를 기울이고, 강풍이 발생하거나 예상되는 경우에는 로프 등으로 구조물의 흔들림 방지 대책을 세운다.
 - 나. 강풍 시 또는 강풍이 예상되는 경우에는 케이블 장력도입 작업을 중지한다.

막과 케이블구조공사

다. 낙하 시 위험이 따르는 자재는 고정시켜 놓고, 사용 중인 자재도 지상으로 내려놓는다.

③ 폭우, 폭설 시

폭우, 폭설이 발생한 경우에는 원칙적으로 작업을 일시중지 또는 전면 중지한다. 비가 온 후나 눈이 내린 후의 작업은 비계 및 기계공구의 점검을 하고, 안전을 확인한 후 재개한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	일반사항	정환목	경동대학교	교수
	자재,시공	정환목	경동대학교	교수
	자재,시공	황보석	ES건축구조엔지니어링	대표
	자재,시공	이장복	(주)동아스트	대표
	자재,시공	조병욱	(주)타이가	대표
	일반사항	김철환	경북대학교	교수

건설기준위원회	분야	성명	소속
	건축	김의중	건축사사무소 서보건축
		김재요	광운대학교
		남정수	충남대학교
		백민석	(주)건축사사무소 더블유
		서상욱	가천대학교
		양근혁	경기대학교
		윤준선	강남대학교
		이해일	오영이엔씨
		정영수	명지대학교

막과 케이블구조공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	김천학	한국시설안전공단
	김태완	강원대학교
	신경재	경북대학교
	주영규	고려대학교
	박지훈	인천대학교
	김동관	청주대학교
	조훈희	고려대학교

국토교통부	성명	소속	직책
	오진수	국토교통부 건축안전과	과장
	이지형	국토교통부 건축안전과	사무관
	정연수	국토교통부 건축안전과	주무관

표준시방서
KCS 41 70 02 : 2021

막과 케이블구조공사

2021년 8월 13일 발행

국토교통부

관련단체 대한건축학회
06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)
☎ 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr
<http://www.aik.or.kr/>

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