

# 나무상자 설계실무(1)

김형빈/우진공업포장연구소 소장

## 목 차

1. 서론	3-1. 나무상자의 장점 및 단점
2. 중량물 포장용기	3-2. 나무상자용 목재
3. 나무상자 설계의 기초조건	3-3. 상부하중

### 1. 서론

최근의 중량물포장 기법은 유통환경의 변화, 신소재의 개발 및 환경보호를 위한 각종 규제에 의하여 급속히 변화되고 있으나 아직도 가장 널리 사용되고 있는 것이 나무상자를 이용한 포장 방법이다.

그동안 나무상자의 KS 규격도 수차례 걸쳐 개정되어 왔으며 지금도 유통환경 변화에 따른 개정 작업이 요구되고 있으며 이미 일본의 경우에는 1994년 말에 개정하여 금년 4월부터 공포 시행되고 있다.

여기에서는 KS 규격을 중심으로 나무상자 설계 실무에 대한 설명을 수회에 걸쳐서 게재하고 독자의 편의를 도모하기 위해 개정된 JIS 규격의 차이점을 함께 소개하고자 한다.

중량물 수출업체에서는 물류비용의 부담 경감 대책 및 포장으로 인한 클레임의 발생에 대한 예방책으로서 적정 포장의 실현을 모색하고 있으나 포장 설계의 전문성 결여로 적절히

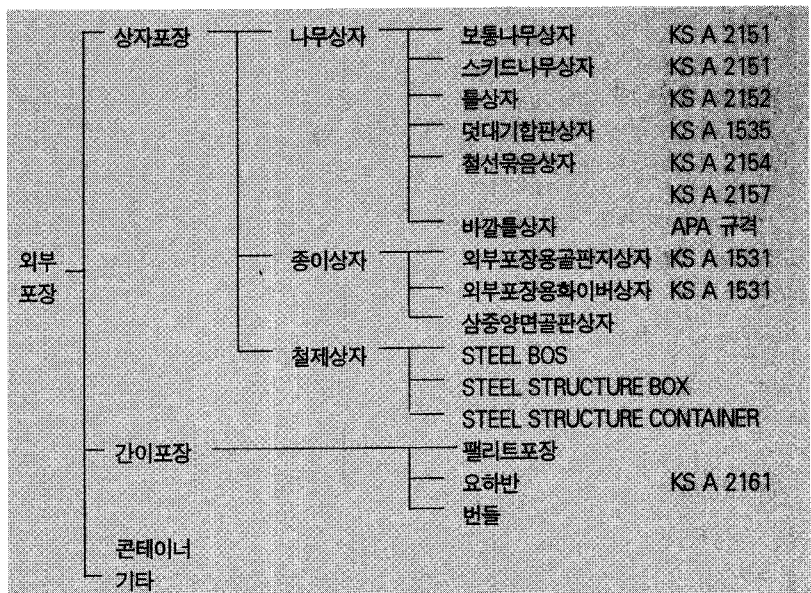
대응하지 못하는 경우가 많다.

더우기 플랜트나 KD(knock down) 포장의 경우는 고도의 전문성뿐만 아니라 풍부한 현장 경험이 요구되고 있기 때문에 전문 부서의 설치, 전문기술자 및 기능인의 양성이 무엇보다 필요한데 이번 강좌가 많은 도움이 되기를 기대한다.

### 2. 중량물 포장용기

중량물의 외부 포장용기로서는 지기, 목재용기, 금속용기, 기타 여러 종류의 용기가 사용되고 있다. 그 용기를 분류하면 다음과 같다.

이들 각종 용기의 구조 및 특성을 충분히 터득하여 용도와 유통조건에 가장 적합한 용기의 선택이 매우 중



요하다. 아울러 포장의 기능 중에서 제일 중요한 보호성으로 인하여 여러가지의 포장기법이 요구된다. 유통과정에서 예상되는 물리적인 장해, 기상 환경적인 장해, 생물학적인 장해, 냄새, 방사성 장해 등에 따라서 포장기법을 정하고 포장의 기능(수송, 하역, 보관, 재포장, 포장의 해체)으로 부터 최종적인 포장의 규격이 결정된다. 나무상자의 분류는 보호 실시의 순서, 수송, 기관별, 주요 기능별, 내용품의 종류, 납품처별 또는 사용 후의 처리 방법에 따라서 분류하는 방법도 있으나 여기에서는 KS 규격을 기준으로 나무상자를 분류하면 표.1과 같다.

### 3. 나무상자 설계의 기초조건

위의 용기 중에서 나무상자는 여러 가지 단점이 있는 반면에 그것만이 가진 장점으로 인하여 아직은 증량물 용기로서 가장 많이 사용되고 있다. 따라서 나무상자를 유용하게 활용하기 위해서는 나무에 대한 기초 지식 및 상자의 구조에 대해서 깊이 연구하여 응용력을 키워야 한다.

#### 3-1. 나무상자의 장점 및 단점

##### 1) 장점

① 필요할 때 필요한 수량만큼 재료를 쉽게 구입할 수 있다.

② 가공이 용이하고 부분적으로 부재를 변경하거나 보강할 수 있다.

③ 내용물의 형성과 크기에 따라서 자유롭게 구조와 치수를 맞출 수 있다.

④ 소량이라도 작업이 용이하다.

⑤ 나무상자는 습도가 높은 기후에도 적합하다.

⑥ 설계에 의해서 얼마든지 큰 것

을 만들수 있고 또한 장시간 보관할 수 있다.

##### 2) 단점

① 내용물 중량, 체적에 대한 용기의 중량, 체적의 증가율이 크다.

② 나무에는 수분이 함유되어 있어서 이것이 내용물에 나쁜 영향을 미치게 되며 건조에 의해서 수축이 되고 갈라지거나 사이가 벌어지는 등의 장해를 일으킨다.

③ 나무는 품질이 균일하지 않으며 또한 용이가 죽거나 빠지거나 또는 썩는 등의 결점이 있다.

④ 가공이 용이한 반면에 양산성

이 부족하며 가공, 조립작업, 용기 해체의 기계화가 곤란하여 인적, 시간적 손실이 크다.

⑤ 저장 및 해체 후의 처리에 많은 장소를 필요로 한다.

⑥ 나무의 가격 변동이 직접 포장비에 영향을 미친다.

#### 3-2. 나무상자용 목재

##### 1) 수종

나무상자에 사용하는 수종은 KS A 2151 수출품 포장용 나무상자의 부속서 2에 시험 강도 및 허용강도를 규정하고 있는데 사용할 수종에

[표1] 나무상자의 분류

명칭	KS규격	적용범위	분 류		조립방법
			호칭방법	외관형태	
나무상자	KS A 2151	내용품중량 200kg 체적 1m <sup>3</sup> 이하	I·A형(1-5형)	밀폐	못
			I·B형(1-5형)	개방	못
스키드 상자	KS A 2151	내용품중량 1500kg이하, 바갈치수길이 600cm, 폭150cm, 높이 150cm이하로서 3번의 합계가 700cm이하	II·A형	밀폐	못
			II·C형	밀폐합판	
			II·B형	개방	못
틀상자	KS A 2152	내용품중량 500kg이상, 60000kg이하로서 바갈치수 길이 1500cm, 폭500cm 높이 500cm이하인 증량물포장	1·A형	밀폐	못
			1·B형		보울트
			2·A형	밀폐합판	못
			2·B형		못
			3·A형	개방	못
3·B형	보울트				
철선묶음 상자	KS A 2154	국내용 : 225kg 이하 수출용 : 135kg 이하 용 적 : 1.113m <sup>3</sup> 이하	A형 B형 C형	밀폐	스테인플 철선
철선묶음 살상자	KS A 2157	"	A형 B형 C형	개방	"
덧대기 합판상자	KS A 1535	내용품 중량 454kg까지	A1-A5형 B1-B5형	밀폐합판	리베트 스테인플 못
요하반	KS A 2161	제품중량 500kg이상, 60000kg이하의 증량물	A형 B형		
바갈틀 상자	APA 규격	내용품중량 15000kg 이하, 바갈치수 길이 800cm, 폭 330cm, 높이 330cm이하	1형	밀폐	못
			2형	밀폐합판	
			3형	개방	

※ 바갈틀상자는 KS규격에는 규정되어 있지 않으나 일반적으로 널리 사용되고 있는 상자이다.

[표2] 목재의 허용강도

단위 : kgf/cm<sup>2</sup>(MPa)

길이에 직각인 휨강도		길이 방향의 압축강도	길이 방향의 인장강도
평방향 ↓ 	나무결 방향 ↓ 		
107(10.49)	82(8.04)	60(5.88)	130(12.75)

[표3]결점에 의한 강도의 저하율

항목	인장강도(%)	압축강도(%)	휨 강도	
			평방향(%)	나무결방향(%)
옹이 및	25	13	25	43(1)
옹이군의	33	17	33	53(1)
크기	50	25	50	74(1)
나무결의 경사도	1/20	0	0	0
	1/15	24	24	24
	1/10	39	39	39
	1/8	47	47	47
	1/6	60	44	60

주(1)폭의 넓은 면에서 길이의 중심부분에 옹이가 있을 때

따라서 적절하게 선택하여 적용 해야 한다. KS 규격에서는 일반적으로 사용되는 수종의 허용강도를 다음과 같이 규정하고 부재치수를 결정하고 있다. 따라서 사용할 수종이 다르면 그것에 적합한 강도를 적용하여 부재치수를 결정해야 한다.

2)함수율

함수율은 원칙적으로 20% 이하로 하여 상자를 조립한 후에 건조가 계속 진행된다고 고려하였다. 다만, 바깥덧대기, 활재, 바닥재 및 개방형상자에 대해서는 24% 이하로 규정하고 있다. 그러나 밀폐상자의 내부에 사용하는 부재가 함수율이 높으면 내부에서 발생한 수증기가 팽창하게 되어 습기와 수분에 의한 내용물인 경우에는 나쁜 영향을 미치므로 그러한 때는 건조된 목재를 사용하든가 내부포장을 완전한 방습방

수포장으로 하여 내용물을 보호해야 한다. 틀상자와 같은 대형 나무상자의 경우에는 통기를 충분히 고려하여 설계와 제작을 해야 한다.

밀폐상자는 일반적으로 방수를 목적으로 판재 안쪽에 방수재료를 붙이는데 판재가 수축되어 틈이 생기지 않도록 하는 것이 바람직하다. 그러나 함수율이 20% 이하라도 수축은 계속되므로 맞접합의 경우에는 그 틈

을 0.3cm를 한도로 하여 그 이상의 틈이 생긴다고 생각될 때는 상호접합을 하여 판재와 판재의 이음매에 틈이 생기지 않도록 해야 한다.

3)결점의 허용 범위

목재의 강도는 사용재의 옹이 및 옹이군의 크기의 비율과 나무결의 경사도에 따라서 크게 영향을 미친다. 따라서 KS 규격에서도 목재의 결점 범위를 규정하고 있다.

① 판재 및 평활재의 옹이 또는 옹이군의 판폭 방향의 직경은 판폭의 1/3을 초과해서는 안된다.

② 못박을 부분 또는 판재의 양 끝에는 옹이가 있어서는 안된다.

③ 각재의 옹이 또는 옹이군의 직경은 폭의 1/3 이하로서 2면을 관통해서는 안된다.

④ 판재에 1.2cm 이상의 옹이구멍, 벌레구멍, 죽은 옹이, 옹이가 빠진 것이 있을 때는 금속편, 나무조각 또는 합판을 사용하여 안쪽 또는 바깥쪽에서 보수해야 한다.

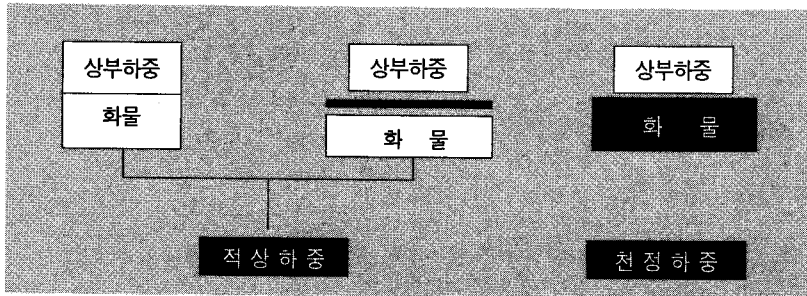
⑤ 갈라진 것, 썩은 것, 변형 등의 결점은 보강 또는 보수하여 사용해도 무방하다.

옹이의 크기 및 나무결의 경사도에 대한 강도의 저하율은 미국 농무

[표4] 목재의 두께 및 폭의 최소치수

단위 : cm

호칭치수	최소치수	호칭치수	최소치수
1.2	1.00	6.0	5.55
1.5	1.25	7.5	7.00
1.8	1.55	9.0	8.45
2.1	1.85	10.0	9.45
2.4	2.15	12.0	11.40
3.0	2.70	15.0	14.35
4.0	3.65	18.0	17.30
4.5	4.15	21.0	20.20
5.0	4.60	21.0을 초과하는 것	(호칭치수)-0.80



- ② 압축강도—기본강도×(1-0.26)
- ③ 인장강도—기본강도×(1-0.39)
- 5) 목재의 치수 허용 범위  
목재의 호칭치수에 대한 최소 치수는 표.4와 같다.

### 3-3.상부하중

성 임산 시험소의 발표 자료를 근거로 하여 다음과 같이 규정하고 있다.

#### 4) 목재의 강도

KS A 2151 부속서 2에 규정하고 있는 나무상자에 사용되는 각종 수종의 시험강도는 어디까지나 결점이 없는 각 수종의 시험편에 대한 강도이므로 이것을 그대로 설계에 적용할 수는 없다. 실제로 사용되는 목재에는 웅이 또는 웅이균, 죽은 웅이, 웅이가 빠진 것 또는 나무결의 경사 등이 많은 결점이 있으며 또한 하중도 정하중이 아니기 때문에 하역 및 수송 중에 충격을 받는 등의 여러 가지 요소를 고려하여 안전율을 주어야 한다.

현재 KS 규격에서는 목재의 허용강도를 다음의 기준으로 산출하고 있다.

(1) 기본강도—시험강도에 다음의 변이율 및 충격하중계수를 곱하여 산출한다.

① 변이율—목재의 특성인 불균일성과 수축에 의한 치수의 감소 등을 고려하여 시험강도의 3/4을 변이율로 한다.

② 충격하중계수—정하중에 대하

여 하역, 들어 올림 및 가벼운 낙하 등의 충격 외력을 고려하여 시험강도의 1/3을 충격하중계수로 한다.

즉, 기본강도=시험강도×3/4×1/3

(2) 허용강도—기본강도로 부터 표.2의 결점에 의한 강도의 저하율을 감하여 허용강도를 결정한다. 이 때 목재의 결점은 앞에서 말한 바와 같이 웅이 및 웅이균이 폭발방향의 직경이 폭이 1/3, 나무결의 경사도는 1/10의 범위 이내라야 하는 것이 조건이다.

따라서 이 조건을 기준으로 하여 산출하면 다음과 같다.

① 횡강도(평방향)—기본강도×(1-0.39), (나무끝방향)—기본강도×(1-0.53)

통상적으로 예상되는 상부하중은 다음과 같다.

1) 천정하중 : 보에 작용하는 천정하중은 천정면적에 대하여 400 kg/cm<sup>2</sup>로 한다.

2) 적상하중 : 앞뒷면에 작용하는 적상하중은 천정면적에 대하여 표.5와 같다.

[주기] JIS 규격의 1995년도 개정판에서는 유통조건의 구분을 다음과 같이 규정하고 상부하중의 적용을 유통조건에 적절히 적용하도록 세분화하였다.

(1) 레벨 I 전송 환적 회수가 많고, 매우 큰 외력이 가해질 우려가

(주기) JIS 규격의 1995년도 개정판에서는 유통조건의 구분을 다음과 같이 규정하고 상부하중의 적용을 유통조건에 적절히 적용하도록 세분화하였다.

- (1) 레벨 I : 전송 환적 회수가 많고, 매우 큰 외력이 가해질 우려가 있는 경우 (재래선에 의한 수송)
- (2) 레벨 II : 전송 환적 회수가 많고, 비교적 큰 외력이 작용할 우려가 있는 경우 (콘테이너를 이용한 수송인데 도착항에서 콘테이너로 부터 화물을 꺼내어 배송하는 경우 - LCL 화물)
- (3) 레벨 III : 전송 환적 회수 및 가해지는 외력의 크기가 통상적으로 예상되는 경우 (일반적인 국내 수송)
- (4) 레벨 IV : 전송 환적 회수가 적고, 큰 외력이 가해질 우려가 없는 경우 (유니트로드에 의한 일관 수송으로, PCL 화물)

이것을 기본으로 하여 나무상자에 관한 유통조건의 구분을 클래스 1분과 클래스 2의 2종류로 분류하였다.

클래스 1 : 주로 수출용으로서 위의 레벨 I과 레벨 II를 적용

클래스 2 : 주로 콘테이너에 의한 일관 수송 및 국내용으로 위의 레벨 III과 레벨 IV를 적용

클래스 2에 대하여, 상부하중을 클래스 1의 2/3로 하는 외에, 외판, 천정판 등의 두께를 한 단계 아래의 얇은 것을 사용한다.

[표5] 적상하중

내용물 중량	적상하중(kg/ m <sup>2</sup> )
5,000kg 이하	1,000
20,000kg 이하	1,500
20,000kg을 넘는 것	2,000

있는 경우 (재래선에 의한 수출)

(2) 레벨 II 전송 환적 회수가 많고, 비교적 큰 외력이 작용할 우려가 있는 경우 (컨테이너를 이용한 수출인데 도착항에서 컨테이너로 부터 화물을 꺼내어 배송하는 경우—LCL화물)

(3) 레벨 III 전송 환적 회수 및 가해지는 외력의 크기가 통상적으로 예

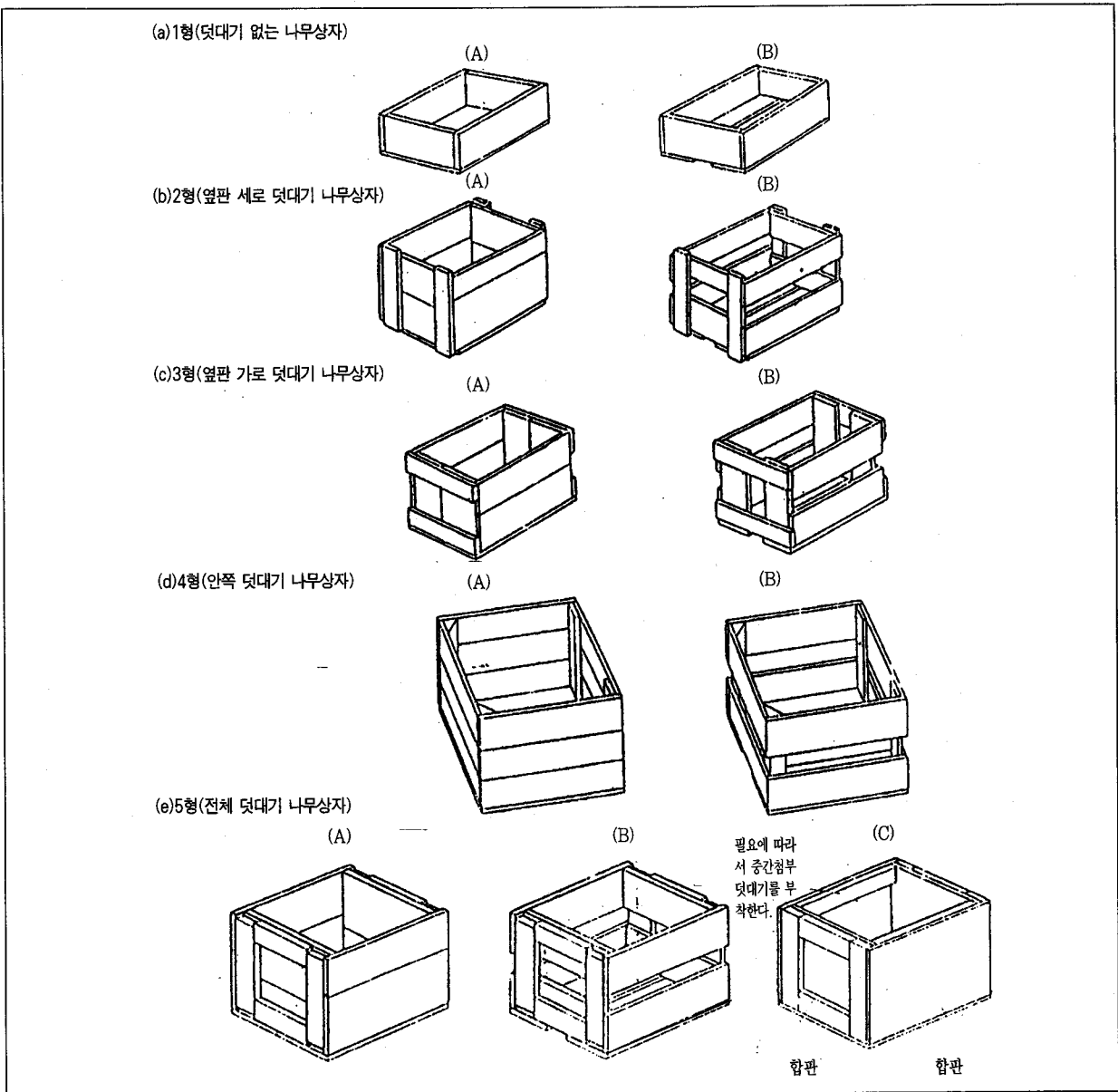
상되는 경우 (일반적인 국내 수송)

(4) 레벨 IV 전송 환적 회수가 적고, 큰 외력이 가해질 우려가 없는 경우(유니트로드에 의한 일관 수송으로, FCL 화물)

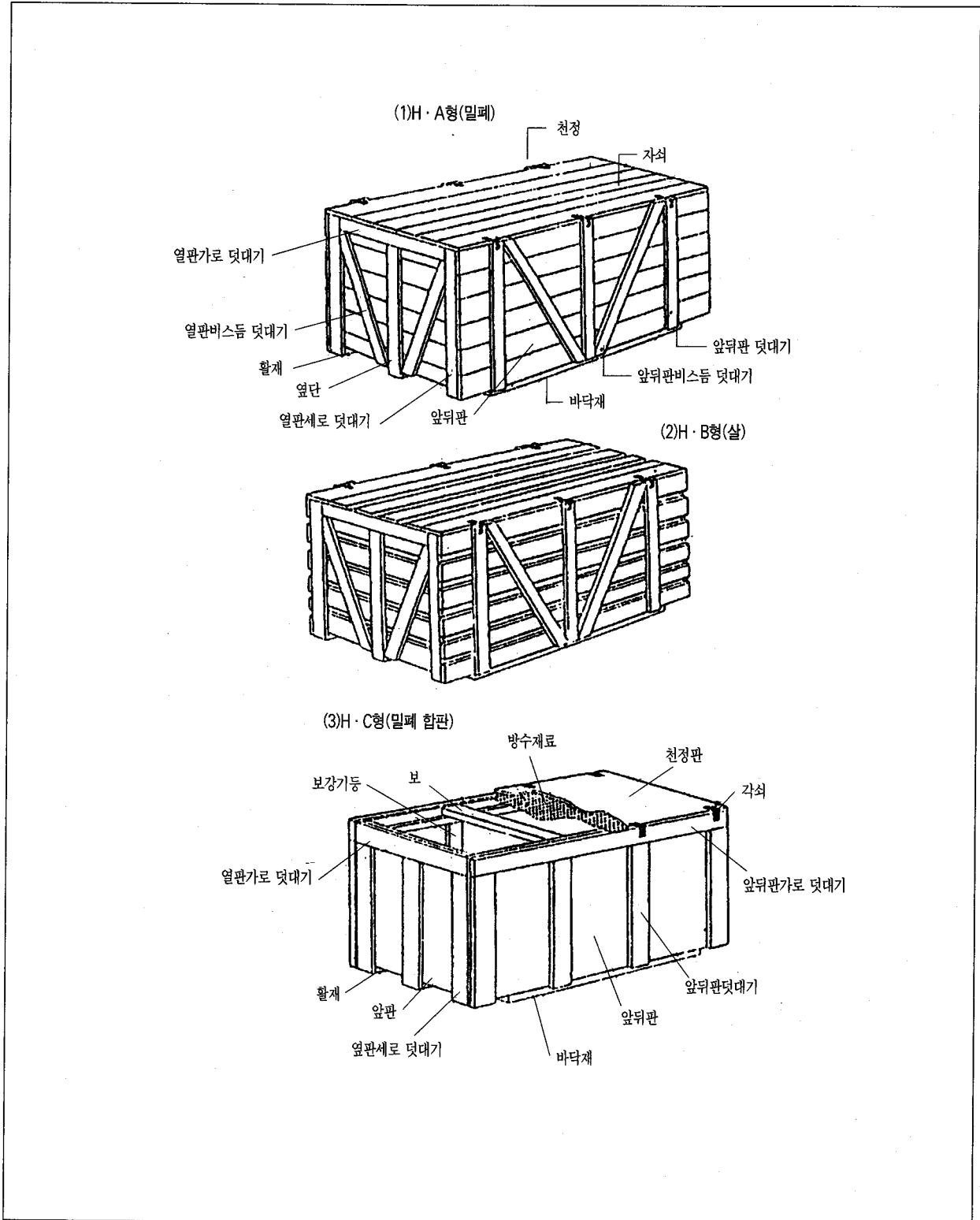
이것을 기본으로 하여 나무상자에 관한 유통조건을 클래스 1과 클래스 2의 2종류로 분류하였다.

클래스 1 주로 수출용으로서 위의 레벨 I 과 레벨 II 를 적용 클래스 2 주로 컨테이너에 의한 일관 수송 및 국내용으로 위의 레벨 III과 레벨 IV 를 적용 클래스 2 에 대하여, 상부 하중을 클래스 1 의 2/3 로 하는 외에, 외판, 천정판 등의 두께를 한 단계 아래의 얇은 것을 사용한다.

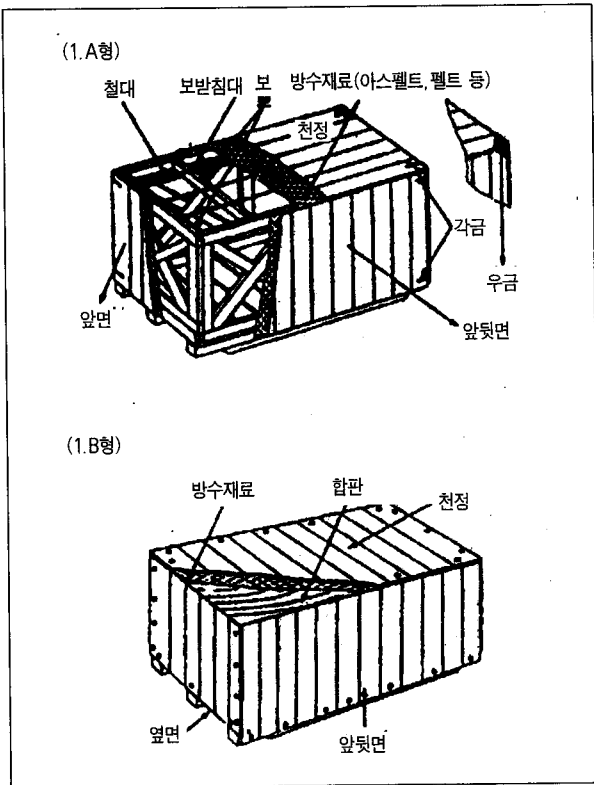
(그림1) KS A 2151, I형



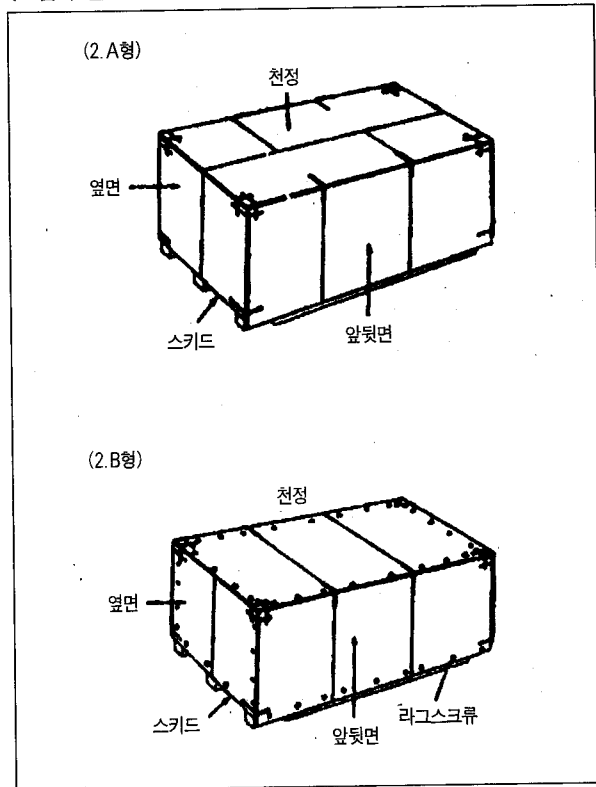
[그림2] KS A 2152 I I 형



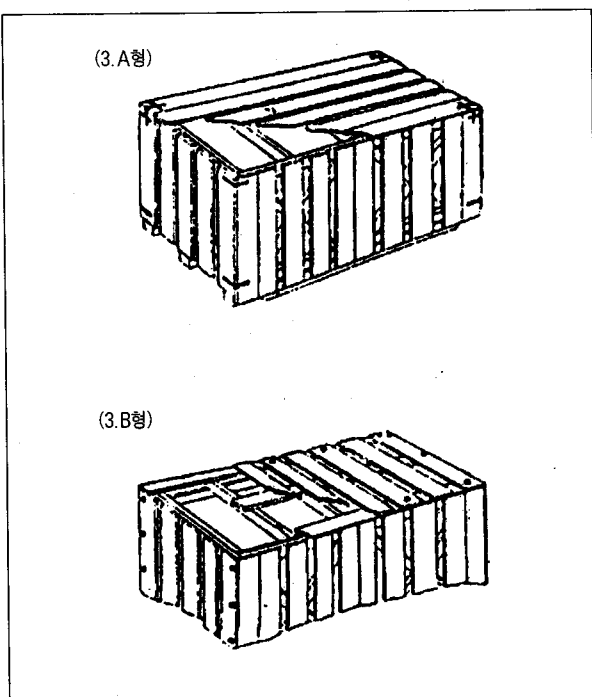
(그림3) 틀상자



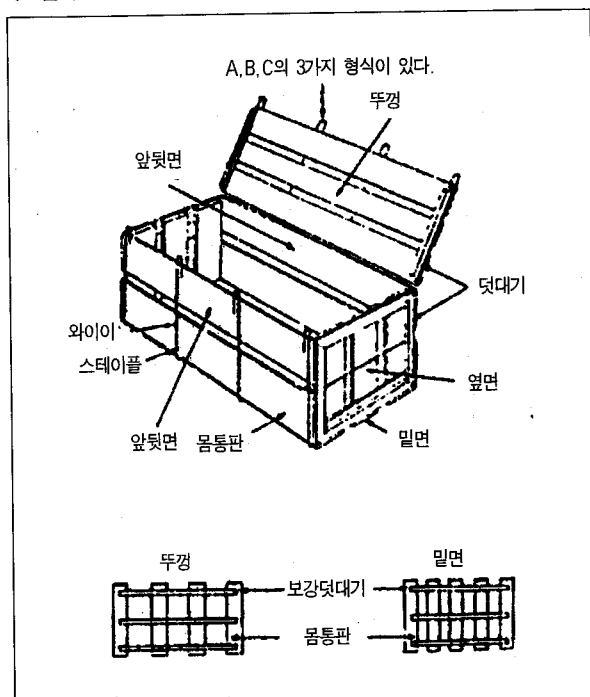
(그림4) 틀상자



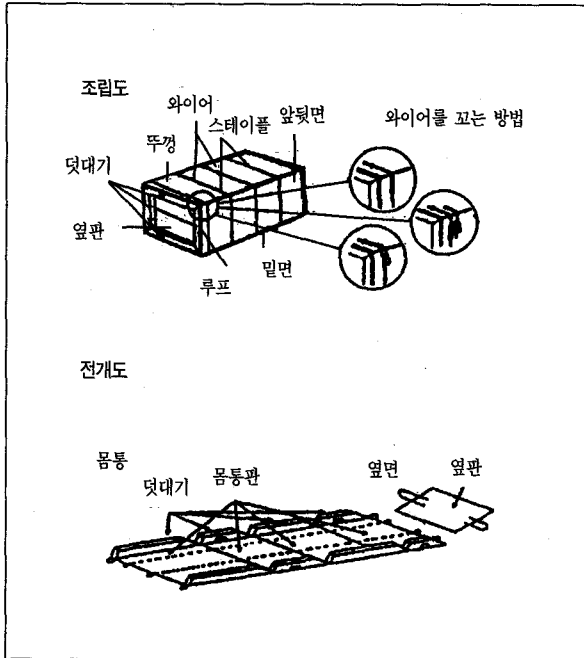
(그림5) 틀상자



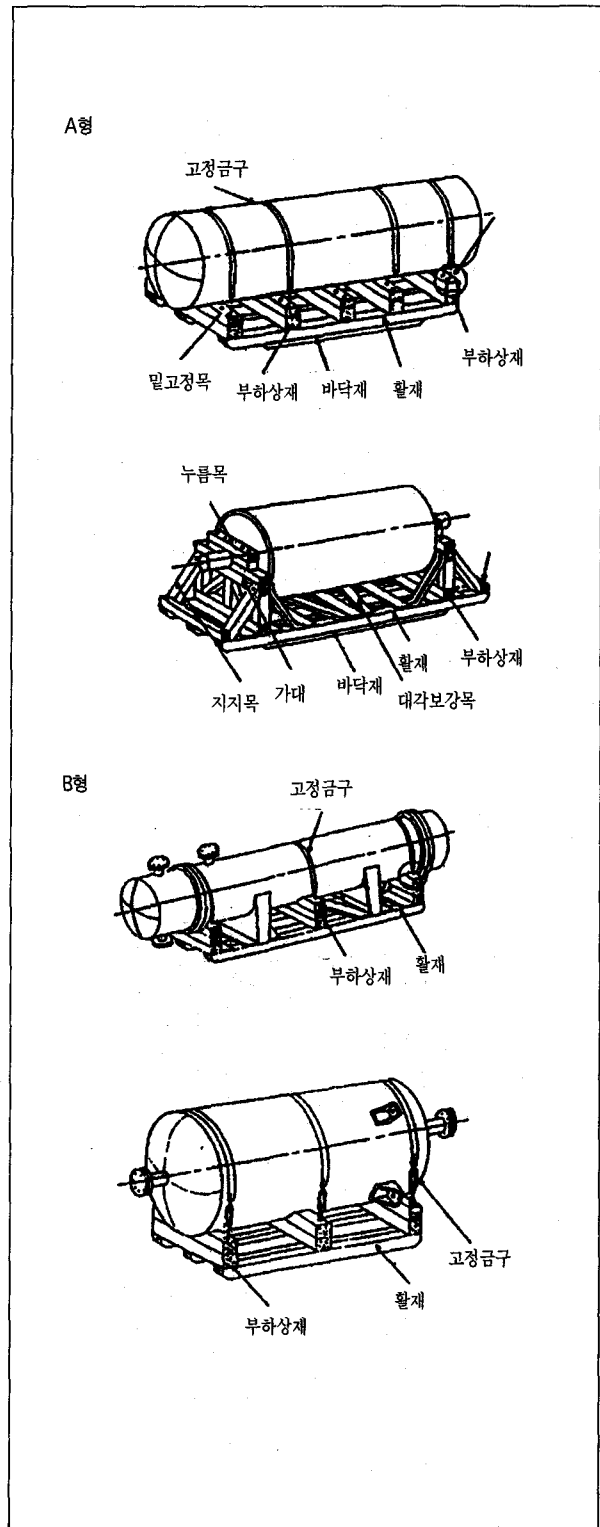
(그림6) 철선묶음살상자



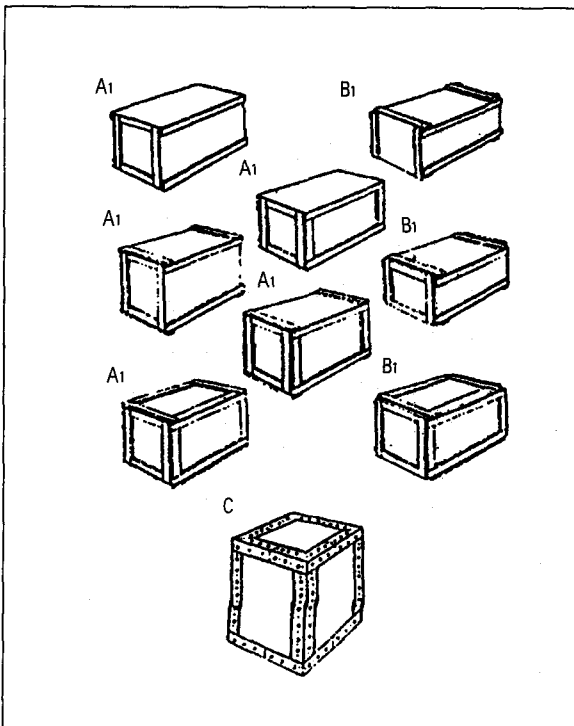
[그림7] 철선뭉음상자



[그림9] 요하반



[그림8] 덧대기 합판상자





(그림10) 바깥틀 상자

