

접합부 구조설계 기준 보고서

접합부 구조설계 기준 보고서

본 자료는 ‘한옥기술개발’ 연구 중 ‘한옥통합시공시스템 개발’ 1-4 세부 과제 결과물의 일부로서
신한옥 건설을 위한 합리적인 시공방법과 재료의 기준 성능의 적정성을 확보하여 하자 발생의 최소화를
목적으로 하고 있습니다.

2013.10

한국전통문화대학교전통건축공학연구소
내력기반 접합부유형과 구조설계법 개발 연구



개발접합부 설계법

1. 일반사항

1.1 적용범위

- 본 내용은 구조용 목재, 집성재 및 기타 공학목재를 이용한 목구조에서, 철물을 사용하지 않고 접합하는 전통접합부 형식을 유지하면서 개발된 신개발접합부의 공학적 설계에 적용하기 위한 것이다.
- 개발접합부 개발과정에서 확인된 주요 파괴모드를 근거로 한 것으로 일반적으로 널리 알려진 이론, 실물 및 모형에 대한 시험, 이론 모형의 연구 또는 광범위한 사용 경험에 기초한 분석에 의하여 어떤 접합부가 최종 목적에 적합하다는 것이 증명된 경우에는 본 내용과 달리 적용할 수 있다.
- 접합부의 허용전단응력은 건축구조설계기준 0802.1.3.1에 제시되어 있는 침엽수 육안등급구조재의 허용응력기준에 제시되어 있는 값을 따르는 것을 원칙으로 하며, 사용 재료에 대한 광범위한 분석을 통해 허용전단응력이 제시되는 경우에는 그 값을 사용할 수 있다.

1.2 접합부 내력

- 설계허용내력은 기준허용전단내력으로 한다.
- 개발접합부 목재에는 결점이 없어야 하며, 만나는 부재는 틈이 없이 서로 맞닿도록 접합되어야 한다.
- 접합부에서 만나는 모든 부재를 통하여 전달되는 하중의 작용선은 접합부의 중심 또는 도심을 통과하여야 한다.
- 접합부를 구성하는 부재의 들림을 방지하기 위한 목적의 철물을 사용할 수 있다. 이 경우, 철물은 편심이 발생되지 않도록 사용되어야 하며 접합부 내력 산정에는 반영하지 않는 것을 기본으로 한다.

2. 개발접합부

2.1 개발접합부 기본개념

- 전통접합부는 마찰형 접합으로 접합부가 비교적 유연하다는 점이 장점이지만 기둥 상부가 쉽게 갈라질 수 있기 때문에 접합부의 인장내력이 약하고 휨모멘트에 대한 저항능력은 매우 작다는 점은 단점이 된다.
- 보완의 필요성에 의해 보 승어택 부분에 도리 주먹장이 끼워지는 상세, 주먹장 머리 부분에 작은 주먹장을 또 만들어서 보 승어택 부분에 끼우는 상세 등이 나타났을 것이며, 큰 기둥단면을 사용하여 기둥 상부의 지지력을 강화시킴으로서 갈라짐을 방지하고자 하였을 것이며, 제법 무거운 하중을 지붕에 실어 기둥 접합부를 눌러줌으로서 결합을 강화시키고자 하는 노력을 하였을 것으로 생각할 수 있다.

- 신한옥의 관점에서 보면, 기둥 단면을 크게 하는 것이나 지붕을 무겁게 하는 것은 모두 개선사항에 들어가는 것이기 때문에, 부재 단면이 작아지거나 접합부 상부에 작용하는 축하중이 작아져도 접합부의 결합능력을 유지할 수 있는 새로운 접합부개발이 필요하였다.

2.2 개발접합부 Type 1

- 개발된 Type 1 접합부는 기둥을 매개체로 도리-기둥-도리로 연결되던 접합 형식을 도리와 도리가 직접 연결될 수 있도록 하여 도리에 작용하는 하중이 기둥으로 전달되는 것을 완화시킨 것을 특징으로 한다. 도리와 도리를 직접 연결하는 접합형식으로는 거위목접합 형식을 사용하였고 이러한 연결을 위해 보 목을 제거하였다. 도리방향으로 까치발을 배치하여 휨저항능력이 향상되도록 하였다.
- 개발된 Type 1 접합부는 내력은 매우 우수하지만 단부가 복잡해서 가공이 쉽지 않을 수 있다는 점, 기둥에 갈을 내고 끼워진 도리 부분에 거위목접합을 구성하는 것이기 때문에 기둥 부재의 단면이 상당히 크지 않으면 거위목접합부 목 부분 두께가 너무 얇아져서 용이 등 재료의 불확실성을 극복하기가 힘들다는 단점이 존재한다.

2.3 개발접합부 Type 2

- 개발된 Type 2 접합부는 Type 1 개발 접합부의 상세가 복잡하여 가공성이 떨어진다는 점과 기둥이 충분히 커지지 않는 한 거위목의 두께가 작아질 수 있어 재료의 불확실성을 극복하기 어려울 수 있다는 점을 개선하기 위해 기둥 상부에 사과수를 만들지 않고 접합부를 구성할 수 있도록 하였다.
- 도리와 도리를 직접 연결하는 접합형식으로는 거위목접합 형식을 사용하였고 Type 1 접합부와 달리 보 목이 존재하고 도리방향으로 까치발을 배치하여 휨저항능력이 향상되도록 하였다.

2.4 개발접합부 Type 3

- 개발된 Type 3는 거위목접합부 전단과괴면의 면적을 더욱 크게하여 2차 개발접합부에 비해 내력을 더욱 증진시킬 수 있는 방향과 부재 가공선을 더욱 단순화하여 부재 가공을 최대한 쉽게 할 수 있도록 하였다.
- 도리와 도리를 직접 연결하는 접합형식으로는 거위목접합 형식을 사용하였고 도리방향으로 까치발을 배치하여 휨저항능력이 향상되도록 하였다.

3. 개발접합부 상세

3.1 개발접합부 Type 1

- 개발접합부 Type 1은 정사각의 단면을 갖는 기둥 한 변의 길이가 210mm 이상의 경우에 적용할 수 있다.
- 상세치수는 기둥의 크기를 기본으로 정형화된 값을 갖으며, 접합부 상세 변수와 기둥 한 변의 길이가 210mm, 240mm 일 때 변수별 치수를 나타내면 그림 1, 표 1과 같다.

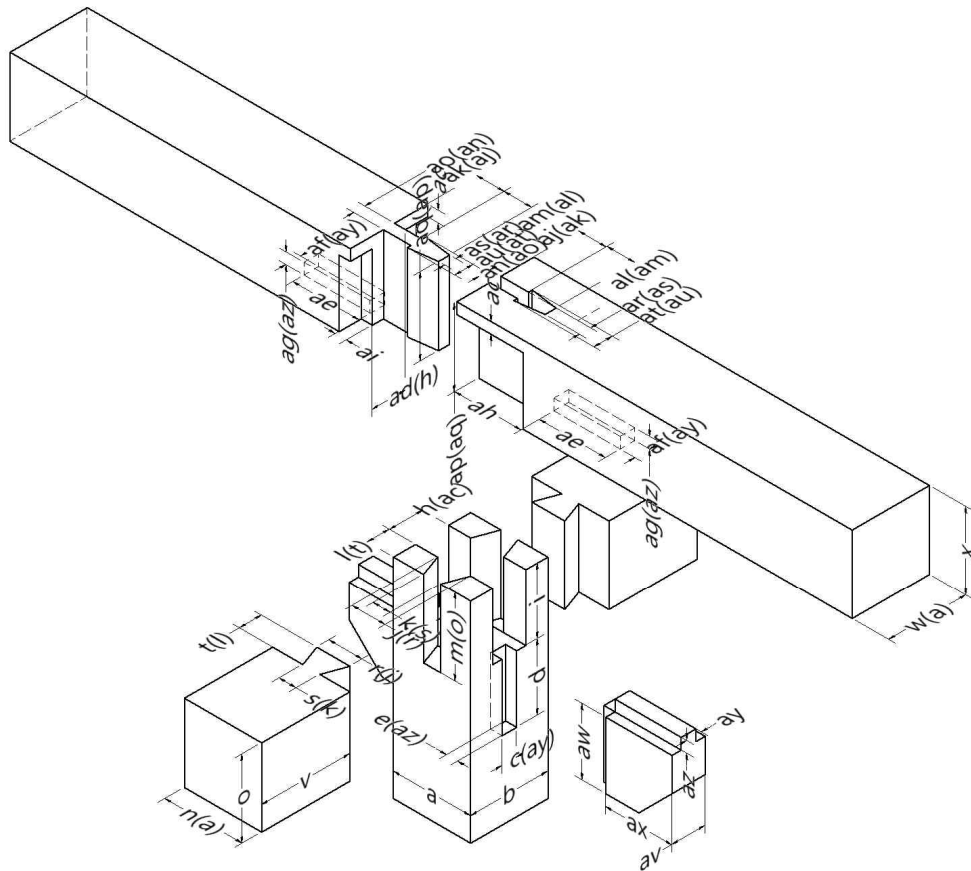


그림 1 개발접합부 Type 1

표 1 Type 1 변수와 치수

	변수			기준 치수(mm)		
	기호	변수설명	연계변수	180	210	240
기둥	a	기둥규격(가로)			210	240
	b	기둥규격(세로)			210	240
	c	까치발 장부 너비(고정값)	av		50	50
	d	까치발 장부 높이			150	150
	e	까치발장부깊이(고정값)	ay		30	30
	f	기둥 걸침턱 너비			-	-
	g	기둥 걸침턱 높이			-	-
	h	도리 물림턱	ad		90	120
	i	도리 물림턱 높이			180	210
	j	주먹장 장변	r		70	80
	k	주먹장 단변	s		50	60
	l	주먹장 길이	t		60	60
	m	주먹장 장부높이	o		210	240
보	n	너비	a		210	240
	o	높이			210	240
	p	보 목의 너비			-	-
	q	보 목의 높이			-	-
	r	주먹장 장변	j		70	80
	s	주먹장 단변	k		50	60
	t	주먹장 길이(고정값)	l		60	60
	u	보 목의 길이	w		-	-
도리	v	뺨목의 길이			210	240
	w	너비	a		210	240
	x	높이			210	240
	y	보 걸침턱 높이			-	-
	z	보 걸침턱 길이			-	-
	aa	기둥 걸침턱 높이			-	-
	ab	기둥 걸침턱 길이			-	-
	ac	두껍 두께(고정값)			30	30
	ad	통물림 두께			90	120
	ae	까치발 장부 너비	ay		50	50
	af	까치발 장부 길이			150	150
	ag	까치발 장부 깊이	az		30	30
	ah	암장부 통물림 길이			180	210
	ai	숫장부 통물림 길이			30	30
	aj	암장부 거위목 목길이	ak		75	90
	ak	숫장부 거위목 목길이	aj		75	90
	al	암장부 거위목 머리길이	am		75	90
	am	숫장부 거위목 머리길이	al		75	90
	an	암장부 거위목 목두께	ao		30	40
	ao	숫장부 거위목 목두께	an		30	40
	ap	암장부 거위목 높이	aq		210	240
aq	숫장부 거위목 높이	ap		210	240	
ar	암장부 거위목 단변	as		40	50	
as	숫장부 거위목 단변	ar		40	50	
at	암장부 거위목 장변	au		60	70	
au	숫장부 거위목 장변	at		60	70	
까치발 (고정값)	av	두께			70	70
	aw	높이(장부제외)			150	150
	ax	너비(장부제외)			150	150
	ay	장부의 두께			50	50
az	장부의 깊이			30	30	

3.2 개발접합부 Type 2

- 개발접합부 Type 2는 정사각의 단면을 갖는 기둥 한 변의 길이가 180mm, 210mm, 240mm 이상의 경우에 적용할 수 있다.
- 상세치수는 기둥의 크기를 기본으로 정형화된 값을 갖으며, 접합부 상세 변수와 기둥 한 변의 길이가 180mm, 210mm, 240mm 일 때 변수별 치수를 나타내면 그림 2, 표 2와 같다.

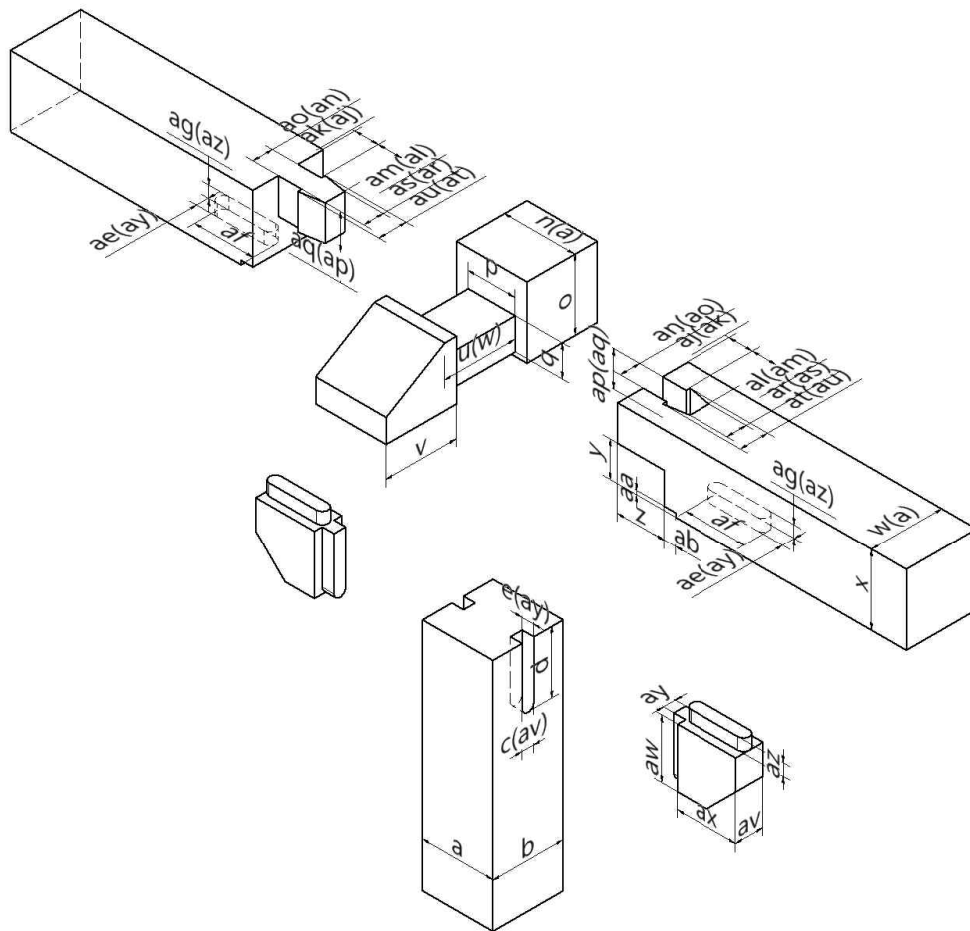


그림 2 개발접합부 Type 2

표 2 Type 2 변수와 치수

	변수			기준 치수(mm)		
	기호	변수설명	연계변수	180	210	240
기둥	a	기둥규격(가로)		180	210	240
	b	기둥규격(세로)		180	210	240
	c	까치발 장부 너비(고정값)	av	50	50	50
	d	까치발 장부 높이		160	160	160
	e	까치발장부깊이(고정값)	ay	30	30	30
	f	기둥 걸침턱 너비		-	-	-
	g	기둥 걸침턱 높이		-	-	-
	h	도리 물림턱	ac	-	-	-
	i	도리 물림턱 높이		-	-	-
	j	주먹장 장변	r	-	-	-
	k	주먹장 단변	s	-	-	-
	l	주먹장 길이	t	-	-	-
	m	주먹장 장부높이	o	-	-	-
보	n	너비	a	180	210	240
	o	높이		180	210	240
	p	보 목의 너비		120	150	180
	q	보 목의 높이		80	95	110
	r	주먹장 장변	j	-	-	-
	s	주먹장 단변	k	-	-	-
	t	주먹장 길이(고정값)	l	-	-	-
	u	보 목의 길이	w	180	210	240
도리	v	뺨목의 길이		180	210	240
	w	너비	a	180	210	240
	x	높이		180	210	240
	y	보 걸침턱 높이		70	105	120
	z	보 걸침턱 길이		120	150	180
	aa	기둥 걸침턱 높이		10	10	10
	ab	기둥 걸침턱 길이		30	30	30
	ac	두겹 두께(고정값)		-	-	-
	ad	통물림 두께		-	-	-
	ae	까치발 장부 너비	ay	50	50	50
	af	까치발 장부 길이		150	150	150
	ag	까치발 장부 깊이	az	30	30	30
	ah	암장부 통물림 길이		-	-	-
	ai	숫장부 통물림 길이		-	-	-
	aj	암장부 거위목 목길이	ak	60	75	90
	ak	숫장부 거위목 목길이	aj	60	75	90
	al	암장부 거위목 머리길이	am	60	75	90
	am	숫장부 거위목 머리길이	al	60	75	90
	an	암장부 거위목 목두께	ao	50	60	70
	ao	숫장부 거위목 목두께	an	50	60	70
ap	암장부 거위목 높이	aq	90	105	120	
aq	숫장부 거위목 높이	ap	90	105	120	
ar	암장부 거위목 단변	as	60	70	80	
as	숫장부 거위목 단변	ar	60	70	80	
at	암장부 거위목 장변	au	80	90	100	
au	숫장부 거위목 장변	at	80	90	100	
까치발 (고정값)	av	두께		70	70	70
	aw	높이(장부제외)		150	150	150
	ax	너비(장부제외)		150	150	150
	ay	장부의 두께		50	50	50
	az	장부의 깊이		30	30	30

3.3 개발접합부 Type 3

- 개발접합부 Type 3은 정사각의 단면을 갖는 기둥 한 변의 길이가 180mm, 210mm, 240mm 이상의 경우에 적용할 수 있다.
- 상세치수는 기둥의 크기를 기본으로 정형화된 값을 갖으며, 접합부 상세 변수와 기둥 한 변의 길이가 180mm, 210mm, 240mm 일 때 변수별 치수를 나타내면 그림 3, 표 3과 같다.

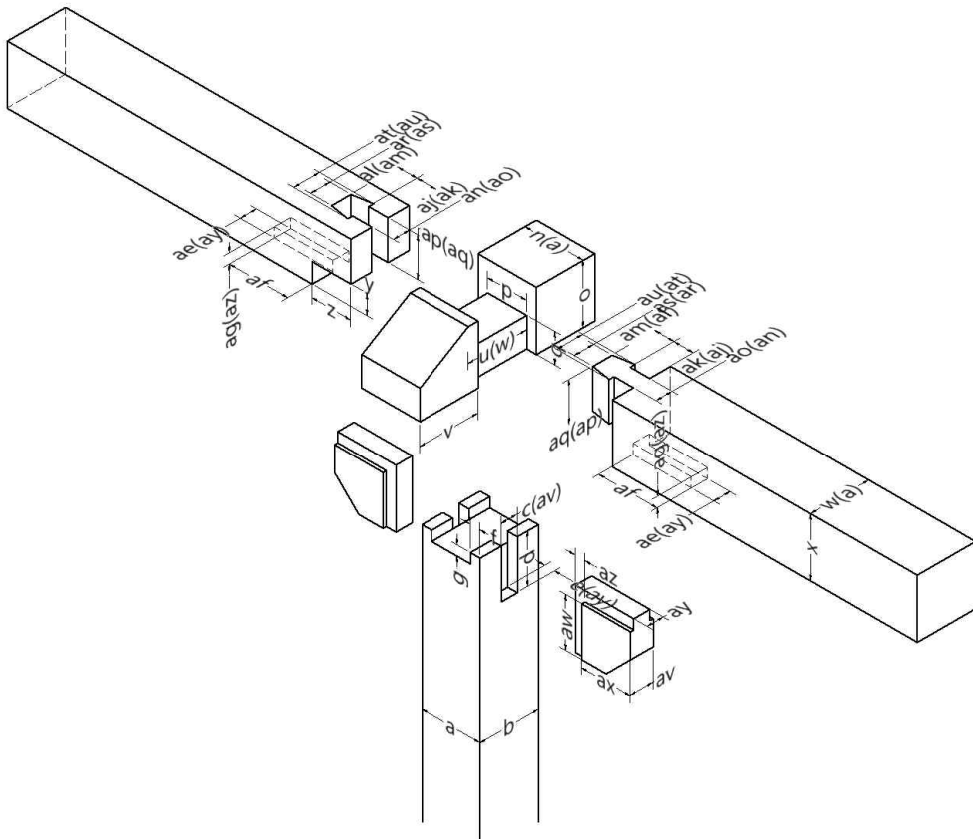


그림 3 개발접합부 Type 3

표 3 Type 3 변수와 치수

	변수			기준 치수(mm)		
	기호	변수설명	연계변수	180	210	240
기둥	a	기둥규격(가로)		180	210	240
	b	기둥규격(세로)		180	210	240
	c	까치발 장부 너비(고정값)	av	50	50	50
	d	까치발 장부 높이		150	150	150
	e	까치발장부깊이(고정값)	ay	30	30	30
	f	기둥 걸침턱 너비		30	30	30
	g	기둥 걸침턱 높이		30	30	30
	h	도리 물림턱	ac	-	-	-
	i	도리 물림턱 높이		-	-	-
	j	주먹장 장변	r	-	-	-
	k	주먹장 단변	s	-	-	-
	l	주먹장 길이	t	-	-	-
	m	주먹장 장부높이	o	-	-	-
보	n	너비	a	180	210	240
	o	높이		180	210	240
	p	보 목의 너비		120	150	180
	q	보 목의 높이		90	100	110
	r	주먹장 장변	j	-	-	-
	s	주먹장 단변	k	-	-	-
	t	주먹장 길이(고정값)	l	-	-	-
	u	보 목의 길이	w	180	210	240
도리	v	뺨목의 길이		180	210	240
	w	너비	a	180	210	240
	x	높이		180	210	240
	y	보 걸침턱 높이		60	75	90
	z	보 걸침턱 길이		120	150	180
	aa	기둥 걸침턱 높이		-	-	-
	ab	기둥 걸침턱 길이		-	-	-
	ac	두겹 두께(고정값)		-	-	-
	ad	통물림 두께		-	-	-
	ae	까치발 장부 너비	ay	50	50	50
	af	까치발 장부 길이		180	180	180
	ag	까치발 장부 깊이	az	30	30	30
	ah	암장부 통물림 길이		-	-	-
	ai	숫장부 통물림 길이		-	-	-
	aj	암장부 거위목 목길이	ak	60	75	90
	ak	숫장부 거위목 목길이	aj	60	75	90
	al	암장부 거위목 머리길이	am	60	75	90
	am	숫장부 거위목 머리길이	al	60	75	90
	an	암장부 거위목 목두께	ao	50	60	70
	ao	숫장부 거위목 목두께	an	50	60	70
	ap	암장부 거위목 높이	aq	120	135	150
aq	숫장부 거위목 높이	ap	120	135	150	
ar	암장부 거위목 단변	as	60	70	80	
as	숫장부 거위목 단변	ar	60	70	80	
at	암장부 거위목 장변	au	80	90	100	
au	숫장부 거위목 장변	at	80	90	70	
까치발 (고정값)	av	두께		70	70	70
	aw	높이(장부제외)		150	150	150
	ax	너비(장부제외)		150	150	150
	ay	장부의 두께		50	50	50
	az	장부의 깊이		30	30	30

4. 기준허용전단내력

4.1 기준허용전단응력

- 침엽수 육안등급구조재의 섬유방향 기준허용전단응력은 건축구조기준 0802.1.3.1에서 제시하는 표 0802.1.3.1의 기준허용전단응력에 따른다.

〈0802.1.3.1〉 침엽수 육안등급 구조재의 기준 허용응력 (단위 : MPa)

수종군	등 급	기준 허용응력					
		F_b	F_t	F_c	$F_{c\perp}$	F_v	E
낙엽송류	1등급	8.0	5.5	9.0	3.5	0.65	11,500
	2등급	6.0	4.0	6.0	3.5	0.65	10,500
	3등급	3.5	2.5	3.5	3.5	0.65	9,500
소나무류	1등급	7.5	5.0	7.5	3.0	0.5	10,000
	2등급	6.0	3.5	4.5	3.0	0.5	9,000
	3등급	3.5	2.0	3.0	3.0	0.5	8,000
잣나무류	1등급	6.0	5.0	7.0	2.5	0.45	8,500
	2등급	5.0	3.5	4.5	2.5	0.45	7,500
	3등급	3.0	2.0	3.0	2.5	0.45	7,000
삼나무류	1등급	5.0	4.0	6.0	2.5	0.4	8,000
	2등급	4.0	2.5	4.0	2.5	0.4	7,000
	3등급	2.5	1.5	2.5	2.5	0.4	6,000

- 침엽수 육안등급구조재의 섬유직각방향 기준허용전단응력은 실제 크기의 접합부 시험편 또는 접합부의 모형 시험편에 대한 시험을 통하여 결정한다.

4.2 기준허용내력

- 개발접합부의 기준허용내력은 기준허용전단응력에 거위목장부의 전단면적을 곱하여 적용하거나 또는 실제 크기의 접합부 시험편 또는 접합부의 모형 시험편에 대한 시험을 통하여 결정한다.
- 기준허용내력에는 섬유방향 기준허용내력과 섬유직각방향 기준허용내력이 있다.
- 거위목장부의 전단면적은 그림 1, 2, 3에서 거위목수장부 머리부분 변수인 am 과 aq 의 곱에 2를 곱하여 산출한다.

$$A_v = am \times aq \times 2$$

- 개발접합부 거위목장부에 섬유방향으로 응력이 작용할 때, 실제섬유방향전단응력은 다음 식에 의해 산출한다.

$$f_V = \frac{P}{A_v} \quad (P=\text{섬유방향 작용력})$$

- 개발접합부 실제섬유방향전단응력은 기준허용전단응력을 초과하지 않도록 해야 한다.

$$f_V \leq F_v$$

표 5 섬유방향 기준허용내력

접합부 Type	기둥단면 (mm)	기준허용응력 (MPa)	전단면적 (mm ²)	섬유방향 기준허용내력 (N)
		F_v	A_v	V
1	210	0.5	31,500	15,750
	240		43,200	21,600
2	180		10,800	5,400
	210		15,750	7,875
	240		21,600	10,800
3	180		14,400	7,200
	210		20,250	10,125
	240		27,000	13,500