< 작은보의 전단접합에 의하여 지지부재에 작용하는 모멘트에 대한 검토가 필요함. >

1. 설계조건

100 %이음설계

Fy = 235 MPa Fu = 400 MPa Es = 205000 MPa

* H형강

H- 400x200x8x13

d =	400	mm	Ag =	8412	mm^2
bf =	200	mm	Ix =	237000000	mm^4
tw =	8.0	mm	Sx =	1190000	mm^3
tf =	13	mm	w =	660	N/m
r =	16	mm			

Af = bf*tf = 200*13 = 2600 mm^2

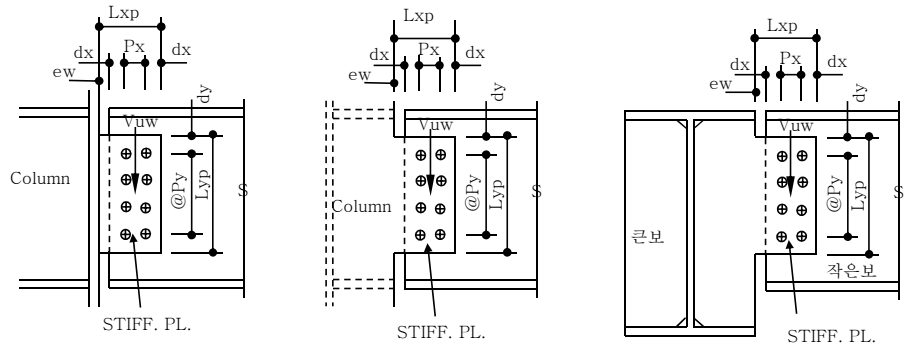
Aw = d*tw = 400*8 = 3200 mm^2

Zx = 2*(bf*tf*(d/2-tf/2) + (d/2-tf)*tw*(d/2-tf)/2)

= 2*(200*13*(400/2-13/2) + (400/2-13)*8*(400/2-13)/2) = 1285952 mm^3

* 용접재 인장강도 Fuw = 420 MPa

* TYPE : A3 (큰 보 접합)



A1 (기둥 플랜지 접합) A2 (기둥 웨브 접합) A3 (큰 보 접합)

2. 소요강도

* 전단력- 웨브 부담

h/tw = (400-(13+16)*2)/8 = 42.75

h/tw ≤ 2.24*√(Es/Fy) = 2.24*√(205000/235) = 66.16

kv = 5.00

1.10*√(kv*Es/Fy) = 1.10*√(5*205000/235) = 72.65

1.37*√(kv*Es/Fy) = 1.37*√(5*205000/235) = 90.48

h/tw < 1.10*√(kv*Es/Fy) : Cv = 1.0

1.10*√(kv*Es/Fy) < h/t_w ≤ 1.37*√(kv*Es/Fy) : Cv = 1.10*√(kv*Es/Fy) / (h/tw)

1.37*√(kv*Es/Fy) < h/t_w : Cv = 1.51*Es*kv/((h/tw)²*Fy)

∴ h/tw < 1.10*√(kv*Es/Fy)

Cv = 1.00

∴ φv = 1.00 Cv = 1.00

Vuw = 100%*φv*Vn = 100%*φv*0.6*Fy*Aw*Cv = 100%*1*0.6*235*3200*1*1/10^3 = 451.2 kN

Vuw1 = 0.9 *Vuw = 0.9*451.2 = 406.1 kN

(보 웨브의 전단파단강도를 고려하여 가정)

< 작은보의 전단접합에 의하여 지지부재에 작용하는 모멘트에 대한 검토가 필요함. >

3. 웨브 접합 설계

Vuw1 = 406.1 kN

1) 소요볼트

* 한쪽 웨브 기준

고력볼트	직경 Db(mm)	구멍직경 Dbh(mm)	열수 Nx(열)	행수 Ny(행)	전체개수 N(EA)	볼트간격 Px(mm)	볼트간격 Py(mm)	연단거리 dx(mm)	연단거리 dy(mm)	사이간격 ew(mm)
F10T	M20	22	2	4	8	60	80	35	45	10

웨브 제1볼트-플랜지 내측덧판거리 (d-2*tf-(Lyp-dy*2))/2 = (400-2*13 - (330-45*2))/2

= 67.0 mm ≥ 60 mm ...OK

ϕ = 1.00 μ = 0.50 (블라스트 후 페인트하지 않은 경우)

hf = 1.00 Fu = 1000 MPa Ab = 314.2 mm^2/EA 전단면의 수 Ns = 1

설계볼트장력

To = 0.70*Fu*0.75*Ab = 0.70*1000*0.75*314.2 = 165.0 kN/EA

ϕRn = ϕ*μ*hf*To*Ns = 1*0.5*1*165*1 = 82.5 kN/EA

∴ Vuw1/ϕRn = 406.1 / 82.5 = 4.92 EA ≤ 8 EA ...OK (0.62)

2) 웨브 이음판

* 한쪽 웨브 기준

Fyp = 235 MPa

Fup = 400 MPa

매수	폭 Lxp(mm)	길이 Lyp(mm)	두께 tp(mm)	면적 Agv(mm^2)	구멍개수	구멍직경 (mm)	공제면적 (mm^2)
1	140	330	12	3960	4	22	-1056
Σ			12	3960			-1056

(1) 전단강도 검토

* 전단항복강도

ϕVn = ϕv*0.6*Fyp*Agv = 1*0.6*235*3960 *1/10^3 = 558.4 kN

∴ Vuw1 / ϕVn = 406.1 / 558.4 = 0.73 ≤ 1.00 ...OK

* 전단파단강도 Anv = 3960 + (-1056) = 2904.0 mm^2

ϕVn = ϕv*0.6*Fup*Anv = 0.75*0.6*400*2904 *1/10^3 = 522.7 kN

∴ Vuw1 / ϕVn = 406.1 / 522.7 = 0.78 ≤ 1.00 ...OK

(2) 블록전단강도 검토

- 인장저항 순단면적

Ant = Agt - Dbh*(Nx-0.5)*tp = 1140 - 22*(2-0.5)*12 = 744.0 mm^2

- 인장저항 총단면적

Agt = (Px*(Nx-1) + dx)*tp = (60*(2-1) + 35)*12 = 1140.0 mm^2

- 전단저항 순단면적

Anv = Agv - Dbh*(Ny-0.5)*tp = 3420 - 22*(4-0.5)*12 = 2496.0 mm^2

- 전단저항 총단면적

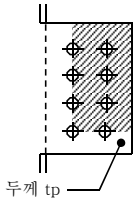
Agv = ((Ny-1)*Py + dy)*tp = ((4-1)*80 + 45)*12 = 3420.0 mm^2

Fup*Ant = 400*744 *1/10^3 = 297.6 kN

0.6*Fup*Anv = 0.6*400*2496 *1/10^3 = 599.0 kN

Fyp*Agt = 235*1140 *1/10^3 = 267.9 kN

0.6*Fyp*Agv = 0.6*235*3420 *1/10^3 = 482.2 kN



< 작은보의 전단접합에 의하여 지지부재에 작용하는 모멘트에 대한 검토가 필요함. >

Ubs = 0.50

ϕRn = ϕt*(Ubs*Fup*Ant + MIN(0.6*Fup*Anv, 0.6*Fyp*Agv))

= 0.75*(0.5*297.6 + MIN(599, 482.2)) = 473.3 kN

∴ Vuw1 / ϕRn = 406.1 / 473.3 = 0.86 ≤ 1.00 ...OK

(3) 보 웨브전단파단강도

ϕVn = ϕv*0.6*Fu*Anv = 0.75*0.6*400*2496 *1/10^3 = 449.3 kN

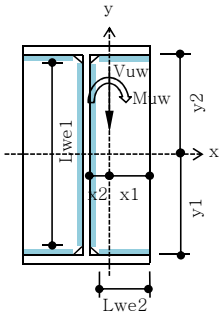
Anv = Aw - (Ny*Dbh)*tw = 3200 - (4*22)*8 = 2496.0 mm^2

∴ Vuw1 / ϕVn = 406.1 / 449.3 = 0.90 ≤ 1.00 ...OK

4. 연결판 설계

* 큰 보

d1 =	800	mm
bf1 =	300	mm
tw1 =	14	mm
tf1 =	26	mm
r1 =	28	mm
Fy1 =	235	MPa



- 연결판 두께 tst = 12 mm
- Snip Cut Sc = 30 mm
- 용접크기 Sw = 9 mm - 2 면용접 필릿용접(1)/완전용입용접(2) : 1

Vuw1 = 406.1 kN e = ew + dx + Px*(Nx-1)/2 = 10 + 35 + 60*(2-1)/2 = 75.0 mm

Muw1 = Vuw1*e = 406.1*75 *1/10^3 = 30.5 kN-m

(1) 휨항복강도

Mn = Mp = Fyp*Zx ≤ 1.6*My = 1.6*Fyp*Sx

Zx = tst*Lyp²/4 = 12*330²*/4 = 326700 mm^3

Sx = tst*Lyp²/6 = 12*330²*/6 = 217800 mm^3

Fyp*Zx = 235*326700 *1/10^6 = 76.8 kN-m

1.6*Fyp*Sx = 1.6*235*217800 *1/10^6 = 81.9 kN-m

ϕMn = 0.9*MIN(76.8, 81.9) = 69.1 kN-m

∴ Muw1 / ϕMn = 30.5 / 69.1 = 0.44 ≤ 1.00 ...OK

(2) 전단항복강도

ϕVn = ϕv*0.6*Fyp*Agv = 1*0.6*235*3960 *1/10^3 = 558.4 kN

∴ Vuw1 / ϕVn = 406.1 / 558.4 = 0.73 ≤ 1.05 ...OK

(3) 용접부 강도

Muw2 = Vuw1*(x1 + e) = 406.1*(123.9 + 75)*1/10^3 = 80.8 kN-m

Lwe1 = d1 - 2*(tf1 + Sc) - 2*Sw = 800 - 2*(26 + 30) - 2*9 = 670.0 mm

Lwe2 = (bf1-tw1-2*Sc)/2 - 2*Sw = (300-14-2*30)/2 - 2*9 = 95.0 mm

가로치수 (mm)	세로치수 (mm)	면적 (mm^2)	도심거리 (mm)	면적*도심거리 (mm^3)	D (mm)	Ixo (mm^4)	A*D^2 (mm^4)
95.0	1.0	95.0	748.0	71060.0	-374.0	0.0	13288220.0
1.0	670.0	670.0	374.0	250580.0	0.0	25063583.3	0.0
95.0	1.0	95.0	0.0	0.0	374.0	0.0	13288220.0
Σ		860.0		321640.0		25063583.3	26576440.0

y1 = Σ(면적*도심거리)/Σ(면적) = 321640/860 = 374.0 mm (from bot)

y2 = d1-2*tf1 - y1 = 800-2*26 - 374 = 374.0 mm

■ 철골접합부 - 전단접합 설계 / 고력볼트 마찰접합 / 1면전단접합 1

< 작은보의 전단접합에 의하여 지지부재에 작용하는 모멘트에 대한 검토가 필요함. >

가로치수 (mm)	세로치수 (mm)	면적 (mm^2)	도심거리 (mm)	면적*도심거리 (mm^3)	D (mm)	Iyo (mm^4)	A*D^2 (mm^4)
95.0	1.0	95.0	56.5	5367.5	67.4	71447.9	431562.2
1.0	670.0	670.0	143.0	95810.0	-19.1	0.0	244422.7
95.0	1.0	95.0	56.5	5367.5	67.4	71447.9	431562.2
Σ		860.0		106545.0		142895.8	1107547.1

x1 = Σ(면적*도심거리)/Σ(면적) = 106545/860 = 123.9 mm

x2 = (bf1-tw1)/2 - x1 = (300-14)/2 - 123.9 = 19.1 mm

Ix = 2*(Σ(Ixo) + Σ(A*D^2)) = 2*(25063583.3 + 26576440) = 103280047 mm^4

Iy = 2*(Σ(Iyo) + Σ(A*D^2)) = 2*(142895.8 + 1107547.1) = 2500886 mm^4

Ip = Ix + Iy = 103280047 + 2500886 = 105780933 mm^4

dx = x1 - Sw = 123.9-9 = 114.9 mm

dy = y2 = 374.0 mm

fmh = Muw2*dy/Ip = 80.8*10^3*374/105780933 = 0.286 kN/mm

fmv = Muw2*dx/Ip = 80.8*10^3*114.9/105780933 = 0.088 kN/mm

fv = Vuw1/A = 406.1 / (2*860) = 0.236 kN/mm

fr = √(fmh² + (fmv + fv)²) = √(0.286² + (0.088 + 0.236)²) = 0.432 kN/mm

ϕrnw = ϕ*Fw*(0.707*Sw) = ϕ*0.6*Fuw*(0.707*Sw)

= 0.75*0.6*420*(0.707*9) *1/10^3 = 1.203 kN/mm

∴ fr/ ϕrnw = 0.432 / 1.203 = 0.36 ≤ 1.00 ...OK

t = MIN(tw1, tst) = MIN(14, 12) = 12.0 mm

ϕrn = ϕ*0.6*Fup*(t/2) = 0.75*0.6*400*(12/2) *1/10^3 = 1.080 kN/mm

∴ fr/ ϕrn = 0.432 / 1.08 = 0.40 ≤ 1.00 ...OK

ϕrn = ϕ*0.6*Fyp*(t/2) = 1*0.6*235*(12/2) *1/10^3 = 0.846 kN/mm

∴ fr/ ϕrn = 0.432 / 0.846 = 0.51 ≤ 1.00 ...OK