

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E)= 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 200 x 100 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.000 M

- * 재료 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 33.06 Cm² * W = 26.00 KG/M
- * Ix = 2170 Cm⁴ * Iy = 138 Cm⁴
- * Zx = 217 Cm³ * Zy = 27.7 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 78.00 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 33.35 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2069.10 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2102.45 \text{ KG.m} = 210244.50 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	0.60	1.60	22.69	21.78	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 8.17 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 7.41 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 15.58 \text{ KG.m} = 1558.12 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 968.87 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 56.25 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1025.12 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1025.12 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.006 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.272 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1080.778 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	3.000	M
* I-BEAM 200 x 100 x 7t			
* 정격하중(Q)	=	1900	KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00	KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	78.00	KG
* PLATE 단면적 (A)	=	33.06	Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)	
* BOLT 수량(Z)	=	4	EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6	Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835	Cm
* 나사의 산수(N)	=	8	산
* 용접각장 (h)	=	0.7	Cm
* 용접길이 (C)	=	7	Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00	KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	=	σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
		=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	=	σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 68.91 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 379.02 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 140.39 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 379.02 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 328.68 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 250 x 125 x 7.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 5.000 M

- * 재료 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 48.79 Cm² * W = 38.30 KG/M
- * Ix = 5180 Cm⁴ * Iy = 337 Cm⁴
- * Zx = 414 Cm³ * Zy = 53.90 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 191.50 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 136.44 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3448.50 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3584.94 \text{ KG.m} = 358494.38 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.25	1.60	22.69	45.38	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 28.36 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 12.35 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 40.72 \text{ KG.m} = 4071.72 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 865.93 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 75.54 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 941.47 \text{ KG/Cm}^2$$

941.47 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.029 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.527 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 900.370 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	5.000 M
* I-BEAM 250 x 125 x 7.5t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	191.50 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	48.79 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 49.02 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 397.91 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 147.39 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 397.91 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 345.06 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 7.500 M

- * 재료 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 83.47 Cm² * W = 65.50 KG/M
- * Ix = 12700 Cm⁴ * Iy = 886 Cm⁴
- * Zx = 849 Cm³ * Zy = 118 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 491.25 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 525.02 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5172.75 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 5697.77 \text{ KG.m} = 569777.34 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	2.25	1.60	22.69	81.68	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 76.58 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 18.46 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 95.04 \text{ KG.m} = 9503.79 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 671.12 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 80.54 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 751.66 \text{ KG/Cm}^2$$

$751.66 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$ ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.101 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.725 \text{ Cm}$$

$\therefore 1 / 907.783 < 1 / 800$ ----- O.K !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 7.500 M

* I-BEAM 300 x 150 x 10t

* 정격하중(Q) = 1900 KG

* HOIST 자중(W1) = 300.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 491.25 KG

* PLATE 단면적 (A) = 83.47 Cm²

* BOLT = M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)

* BOLT 수량(Z) = 4 EA

* 나사의 외경(d1) = 1.6 Cm

* 나사의 골지름(d0) = 1.3835 Cm

* 나사의 산수(N) = 8 산

* 용접각장 (h) = 0.7 Cm

* 용접길이 (C) = 7 Cm

* H.T BOLT 항복응력 (σ_e) = 90.00 KG/mm²

* H.T BOLT 허용인장응력 (σ_t) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²

= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_t / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 32.24 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 447.78 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 165.86 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 447.78 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 388.31 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 450 x 175 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 12.0 M

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 146.10 Cm² * W = 115.00 KG/M
- * Ix = 48800 Cm⁴ * Iy = 2020 Cm⁴
- * Zx = 2170 Cm³ * Zy = 231 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 1380.00 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 2359.80 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 8276.40 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 10636.20 \text{ KG.m} = 1063620.00 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	5.40	1.60	22.69	196.04	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 294.06 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 29.53 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 323.60 \text{ KG.m} = 32359.71 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 490.15 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 140.09 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 630.23 \text{ KG/Cm}^2$$

630.23 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.303 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.773 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1115.429 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	12.000 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1380 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	146.10 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1,5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 24.50 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 595.66 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 220.64 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 595.66 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 516.54 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 600 x 190 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 15.0 M)

- * 재료 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 169.40 Cm² * W = 133.00 KG/M
- * Ix = 98400 Cm⁴ * Iy = 2460 Cm⁴
- * Zx = 3280 Cm³ * Zy = 259 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 1995.00 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 4264.31 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 10345.50 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 14609.81 \text{ KG.m} = 1460981.25 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	6.75	1.60	22.69	245.05	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 459.47 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 36.92 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 496.39 \text{ KG.m} = 49639.08 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 445.42 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 191.66 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 637.08 \text{ KG/Cm}^2$$

637.08 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.424 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.749 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1278.932 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	15.000 M
* I-BEAM 600 x 190 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1995 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	169.40 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 24.76 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 697.98 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 258.54 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 697.98 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 605.28 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E)= 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 200 x 100 x 5.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 2.500 M

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 27.16 Cm² * W = 21.30 KG/M
- * Ix = 1840 Cm⁴ * Iy = 134 Cm⁴
- * Zx = 184 Cm³ * Zy = 26.8 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 53.25 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 18.97 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1724.25 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1743.22 \text{ KG.m} = 174322.03 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
H-BEAM	0.50	1.60	22.69	18.15	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* H-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 5.67 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 6.18 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 11.85 \text{ KG.m} = 1184.99 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 947.40 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 44.22 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 991.62 \text{ KG/Cm}^2$$

$$991.62 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.003 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.185 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1328.786 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) =	2.500 M
* H-BEAM 200 x 100 x 5.5t	
* 정격하중(Q) =	1900 KG
* HOIST 자중(W1) =	300.00 KG
* H-BEAM 자중(W2) =	53.25 KG
* PLATE 단면적 (A) =	27.16 Cm ²
* BOLT =	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z) =	4 EA
* 나사의 외경(d1) =	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N) =	8 산
* 용접각장 (h) =	0.7 Cm
* 용접길이 (C) =	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e) =	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t) = σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	= 6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 82.96 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 374.91 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 138.87 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 374.91 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 325.11 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 250 x 125 x 6t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 4.500 M

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 37.66 Cm² * W = 29.60 KG/M
- * Ix = 4050 Cm⁴ * Iy = 294 Cm⁴
- * Zx = 324 Cm³ * Zy = 47 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 133.20 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 85.41 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3103.65 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3189.06 \text{ KG.m} = 318906.45 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
H-BEAM	1.13	1.60	22.69	41.02	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* H-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 23.08 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 11.12 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 34.19 \text{ KG.m} = 3419.50 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 984.28 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 72.76 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1057.03 \text{ KG/Cm}^2$$

1057.03 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.019 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.491 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 882.952 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	4.500 M
* H-BEAM 250 x 125 x 6t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* H-BEAM 자중(W2)	=	133.20 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	37.66 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 61.95 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 388.21 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 143.80 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 388.21 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 336.65 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 300 x 150 x 6.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.000 M

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 46.78 Cm² * W = 36.70 KG/M
- * Ix = 7210 Cm⁴ * Iy = 508 Cm⁴
- * Zx = 481 Cm³ * Zy = 67.7 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 220.20 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 188.27 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 4138.20 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4326.47 \text{ KG.m} = 432647.10 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
H-BEAM	1.80	1.70	22.69	69.43	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* H-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 52.07 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 14.77 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 66.84 \text{ KG.m} = 6684.09 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 899.47 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 98.73 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 998.21 \text{ KG/Cm}^2$$

998.21 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.041 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.654 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 863.612 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	6.000 M
* H-BEAM 300 x 150 x 6.5t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* H-BEAM 자중(W2)	=	220.20 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	46.78 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 51.74 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 402.68 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 149.16 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 402.68 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 349.20 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 450 x 200 x 9t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 11.500 M)

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 96.76 Cm² * W = 76.00 KG/M
- * Ix = 33500 Cm⁴ * Iy = 1870 Cm⁴
- * Zx = 1490 Cm³ * Zy = 187 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 874.00 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 1432.27 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 7931.55 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 9363.82 \text{ KG.m} = 936381.75 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
H-BEAM	5.18	1.70	22.69	199.81	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* H-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 287.22 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 28.30 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 315.53 \text{ KG.m} = 31552.82 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 628.44 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 168.73 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 797.18 \text{ KG/Cm}^2$$

797.18 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.246 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.991 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 929.757 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	11.500 M
* H-BEAM 450 x 200 x 9t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* H-BEAM 자중(W2)	=	874.00 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	96.76 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 31.77 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 511.46 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 189.45 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 511.46 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 443.53 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 300.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.1 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 600 x 200 x 11t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 15.000 M

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 134.40 Cm² * W = 106.00 KG/M
- * Ix = 77600 Cm⁴ * Iy = 2280 Cm⁴
- * Zx = 2590 Cm³ * Zy = 228 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 1590.00 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 3398.63 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 10345.50 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 13744.13 \text{ KG.m} = 1374412.50 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
H-BEAM	6.75	1.70	22.69	260.37	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.08	=> W ₃

* H-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 488.19 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 36.92 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 525.11 \text{ KG.m} = 52510.78 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 530.66 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 230.31 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 760.97 \text{ KG/Cm}^2$$

760.97 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.429 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.949 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1088.526 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	15.000 M
* H-BEAM 600 x 200 x 11t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	300.00 KG
* H-BEAM 자중(W2)	=	1590.00 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	134.40 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	4 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	0.7 Cm
* 용접길이 (C)	=	7 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t)	= σ _e / 1,5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _t / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 28.20 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 630.60 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 233.58 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 630.60 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 546.84 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$