

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 4.500 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

$$P = W \times L = 117.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 75.03 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L$$

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1639.29 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1714.32 \text{ KG.m} = 171431.78 \text{ KG.Cm}$$

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	0.90	1.60	22.69	32.67	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.69	13.07	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 18.38 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 15.50 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 33.88 \text{ KG.m} = 3387.84 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 790.01 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 122.30 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 912.31 \text{ KG/Cm}^2$$

$$912.31 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.030 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.484 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 874.549 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	4.500	M
* I-BEAM	200 x 100 x 7t		
* 정격하중(Q)	=	1000	KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00	KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	117.00	KG
* PLATE 단면적 (A)	=	33.06	Cm ³
* 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 38.69 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 212.81 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 78.83 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 212.81 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 184.54 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 6.600 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 = 54 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 252.78 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 237.74 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2404.29 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2642.03 \text{ KG.m} = 264203.38 \text{ KG.Cm}$$

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 (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.65	1.60	22.69	59.90	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.69	13.07	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 49.42 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 22.73 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 72.15 \text{ KG.m} = 7215.15 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 638.17 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 133.61 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 771.79 \text{ KG/Cm}^2$$

$771.79 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$ ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.087 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.640 \text{ Cm}$$

$\therefore 1 / 908.098 < 1 / 800$ ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 6.600 M
- * I-BEAM 250 x 125 x 7.5t
- * 정격하중(Q) = 1000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 162.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 252.78 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 48.79 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 29.00 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 235.40 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 87.19 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 235.40 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 204.13 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 9.500 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

$$P = W \times L = 622.25 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 842.37 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3460.73 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4303.10 \text{ KG.m} = 430309.74 \text{ KG.Cm}$$

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	2.85	1.70	22.69	109.93	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 130.55 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 32.60 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 163.14 \text{ KG.m} = 16314.36 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 506.84 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 138.26 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 645.10 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.260 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.778 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 914.601 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	9.500 M
* I-BEAM 300 x 150 x 10t		
* 정격하중(Q)	=	1000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	622.25 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	83.47 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 21.38 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 296.87 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 109.96 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 296.87 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 257.44 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 15.000 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

$$P = W \times L = 1725.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 3687.19 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5464.31 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 9151.49 \text{ KG.m} = 915149.25 \text{ KG.Cm}$$

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	1.70	22.69	260.37	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

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

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 51.47 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 539.66 \text{ KG.m} = 53966.03 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 421.73 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 233.62 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 655.35 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.740 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.797 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 975.946 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	15.000 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	1000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1725.00 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	146.1 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 19.76 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 480.35 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) \times N \times Z} = 177.93 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 480.35 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 416.55 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 4.200 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

$$P = W \times L = 89.46 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 53.54 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L$$

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1530.01 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1583.55 \text{ KG.m} = 158354.72 \text{ KG.Cm}$$

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	0.84	1.60	22.69	30.50	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.69	13.07	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 16.01 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 14.47 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 30.48 \text{ KG.m} = 3047.63 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 860.62 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 113.72 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 974.34 \text{ KG/Cm}^2$$

$$974.34 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.022 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.464 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 863.304 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	4.200 M
* H-BEAM 200 x 100 x 5.5t		
* 정격하중(Q)	=	1000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	89.46 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 37.85 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 208.22 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 77.13 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 208.22 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 180.57 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 6.000 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

$$P = W \times L = 177.60 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 151.85 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2185.72 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2337.57 \text{ KG.m} = 233757.00 \text{ KG.Cm}$$

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 (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.50	1.60	22.69	54.46	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.69	13.07	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 40.84 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 20.67 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 61.51 \text{ KG.m} = 6150.81 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 721.47 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 130.87 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 852.34 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.059 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.615 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 890.809 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	6.000 M
* H-BEAM 250 x 125 x 6t		
* 정격하중(Q)	=	1000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	177.60 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 27.46 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 222.89 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 82.56 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 222.89 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 193.29 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 7.800 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

$$P = W \times L = 286.26 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 318.18 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2841.44 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3159.62 \text{ KG.m} = 315961.66 \text{ KG.Cm}$$

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	2.34	1.70	22.69	90.26	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 88.00 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 26.76 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 114.77 \text{ KG.m} = 11476.91 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 656.88 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 169.53 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 826.41 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.117 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.759 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 890.853 < 1 / 800 ----- O.K !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	7.800 M
* H-BEAM 300 x 150 x 6.5t		
* 정격하중(Q)	=	1000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	286.26 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	83.47 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 17.35 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 240.97 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 89.26 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 240.97 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 208.96 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 162.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8.2 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 10.4 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) = 20 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 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 14.000 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

$$P = W \times L = 1064.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 2122.68 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5100.02 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 7222.70 \text{ KG.m} = 722269.80 \text{ KG.Cm}$$

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	6.30	1.70	22.69	243.01	=> W ₁
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W ₂
HOOK 부분	0.026	1.20	22.69	0.71	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 425.27 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 48.04 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 473.31 \text{ KG.m} = 47330.67 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 484.74 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 253.11 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 737.85 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.540 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.944 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 942.998 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	14.000 M
* H-BEAM 450 x 200 x 9t		
* 정격하중(Q)	=	1000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	162.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1064.00 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	146.1 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 15.24 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 370.37 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 137.19 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 370.37 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 321.18 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$