

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 330.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 6.5 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 20 , 14, 20/7 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 200 x 100 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 2.500 M)
- * 재질 : 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

$$P = W \times L = 65.00 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \Phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 23.16 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2218.01 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2241.17 \text{ KG.m} = 224116.88 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMEN

$$\text{풍하중 (W)} = A \times q \times C$$

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	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	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

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

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 6.17 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 11.84 \text{ KG.m} = 1184.21 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 1032.80 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 42.75 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1075.55 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1075.55 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.202 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1219.169 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 2.500 M

* I-BEAM 200 x 100 x 7t

* 정격하중(Q) = 2500 KG

* HOIST 자중(W1) = 330.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 65.00 KG

* PLATE 단면적 (A) = 33.06 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_{ta}) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_{ta} / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 87.57 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 481.68 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 178.42 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 481.68 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 417.71 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 330.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 6.5 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 20 , 14 , 20/7 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 250 x 125 x 7.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 4.500 M
- * 재질 : 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 = 53.9 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- * 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 172.35 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \Phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 110.52 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3992.42 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4102.94 \text{ KG.m} = 410294.19 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

$$\text{풍하중 (W)} = A \times q \times C$$

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)
I-BEAM	1.13	1.70	22.69	43.40
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07

=> W₁

=> W₂

=> W₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$W_1 \times L$$

$$Mg5 = \frac{\quad}{8} = 24.41 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$(W_2 + W_3) \times L$$

$$Mg6 = \frac{\quad}{4} = 11.10 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 35.52 \text{ KG.m} = 3551.56 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$Mv1$$

$$\sigma 1 = \frac{\quad}{Zx} = 991.05 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$Mv3$$

$$\sigma 2 = \frac{\quad}{Zy} = 65.89 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1056.94 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1056.94 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$5 \times P \times L^3$$

$$\delta 1 = \frac{\quad}{384 \times E \times I \times} = 0.019 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$(Q1 + W1) \times L^3$$

$$\delta 2 = \frac{\quad}{48 \times E \times I \times} = 0.494 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 877.718 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 4.500 M

* I-BEAM 250 x 125 x 7.5t

* 정격하중(Q) = 2500 KG

* HOIST 자중(W1) = 330.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 172.35 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_{ta}) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_{ta} / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 61.54 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 499.54 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 185.04 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 499.54 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 433.20 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 330.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 6.5 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 20 , 14 , 20/7 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 7.000 M
- * 재질 : 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

$$P = W \times L = 458.50 \text{ KG}$$

$$P \times L \times \Phi$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 457.35 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 6210.44 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 6667.79 \text{ KG.m} = 666778.88 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

$$\text{풍하중 (W)} = A \times q \times C$$

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	2.10	1.60	22.69	76.24	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 66.71 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 17.27 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 83.99 \text{ KG.m} = 8398.65 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 785.37 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 71.18 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 856.54 \text{ KG/Cm}^2$$

$$856.54 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.077 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.758 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 838.286 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 7.000 M

* I-BEAM 300 x 150 x 10t

* 정격하중(Q) = 2500 KG

* HOIST 자중(W1) = 330.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 458.50 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_{ta}) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²

= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_{ta} / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 39.40 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 547.15 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 202.67 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 547.15 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 474.48 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 330.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 6.5 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 20 , 14 , 20/7 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 450 x 175 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 12.000 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

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

$$P \times L \times \Phi$$

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

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 10646.46 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 13006.26 \text{ KG.m} = 1300626.00 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

$$\text{풍하중 (W)} = A \times q \times C$$

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	5.40	1.70	22.69	208.31	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 312.46 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 29.61 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 342.07 \text{ KG.m} = 34207.28 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 599.37 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 148.08 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 747.45 \text{ KG/Cm}^2$$

$$747.45 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.3030 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.994 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 925.118 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 12.000 M

* I-BEAM 450 x 175 x 13t

* 정격하중(Q) = 2500 KG

* HOIST 자중(W1) = 330.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 1380.00 KG

* PLATE 단면적 (A) = 146.1 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) = 9 Cm

* H.T BOLT 항복응력 (σ_e) = 90.00 KG/mm²

* H.T BOLT 허용인장응력 (σ_{ta}) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_{ta} / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 28.82 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 700.48 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 259.46 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 700.48 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 472.46 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 330.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 6.5 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 20 , 14 , 20/7 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 600 x 190 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 15.000 M
- * 재질 : 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

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 13308.08 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 17572.39 \text{ KG.m} = 1757238.75 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMENT

$$\text{풍하중 (W)} = A \times q \times C$$

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	9.00	1.70	22.69	347.16	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 650.92 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 36.87 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 687.79 \text{ KG.m} = 68778.66 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 535.74 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 265.55 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 801.30 \text{ KG/Cm}^2$$

$$801.30 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.963 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1081.299 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	15.000 M
* I-BEAM 600 x 190 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	2500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	330.00 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)	=	6 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)	=	10 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _{ta})	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _{ta} / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 28.48 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 535.20 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 198.25 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 535.20 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 487.33 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$