

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 121.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 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 150 x 75 x 5.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.500 M
- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
 - * A = 21.83 Cm² * W = 17.10 KG/M
 - * Ix = 819 Cm⁴ * Iy = 57.5 Cm⁴
 - * Zx = 109 Cm³ * Zy = 15.3 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- * 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 59.85 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 29.85 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 681.39 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 711.24 \text{ KG.m} = 71124.24 \text{ KG.Cm}$$

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	0.53	1.60	22.69	19.06	=> 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

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 8.34 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 8.64 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 16.98 \text{ KG.m} = 1697.60 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 652.52 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 110.95 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 763.47 \text{ KG/Cm}^2$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

$$763.47 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.323 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1023.563 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	3.500 M
* I-BEAM 150 x 75 x 5.5t		
* 정격하중(Q)	=	500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	121.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	59.85 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 _{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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 20.59 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 113.28 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 41.96 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 113.28 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 98.24 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 500.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 121.00 KG
- * 작업 계수 (Φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 8 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 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 6.000 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

$$P = W \times L = 156.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 133.38 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1168.10 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1301.48 \text{ KG.m} = 130148.10 \text{ KG.Cm}$$

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	1.20	1.70	22.69	46.29	=> 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

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 34.72 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 14.81 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 49.52 \text{ KG.m} = 4952.40 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 599.76 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 178.79 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 778.55 \text{ KG/Cm}^2$$

$$778.55 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.096 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.613 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 845.651 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	6.000 M
* I-BEAM 200 x 100 x 7t		
* 정격하중(Q)	=	500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	121.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	156.00 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 _{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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 23.50 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 129.28 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 47.89 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 129.28 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 112.11 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 121.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 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 8.000 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

$$P = W \times L = 306.40 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 349.30 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1557.47 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1906.76 \text{ KG.m} = 190676.40 \text{ KG.Cm}$$

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	2.00	1.70	22.69	77.15	=> 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

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 77.15 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 19.74 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 96.89 \text{ KG.m} = 9689.23 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 460.57 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 179.76 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 640.33 \text{ KG/Cm}^2$$

$$640.33 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.188 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.609 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1004.123 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 8.000 M

* I-BEAM 250 x 125 x 7.5t

* 정격하중(Q) = 500 KG

* HOIST 자중(W1) = 121.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 306.40 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 19.01 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 154.30 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 57.16 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 154.30 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 133.81 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 121.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 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 11.000 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

$$P = W \times L = 720.50 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 1129.38 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2141.52 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3270.90 \text{ KG.m} = 327090.23 \text{ KG.Cm}$$

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	3.30	1.70	22.69	127.30	=> 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

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 175.04 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 27.14 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 202.18 \text{ KG.m} = 20218.03 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 385.27 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 171.34 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 556.60 \text{ KG/Cm}^2$$

$$556.60 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.468 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.646 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 987.558 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	11.000 M
* I-BEAM 300 x 150 x 10t		
* 정격하중(Q)	=	500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	121.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	720.50 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 _{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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 16.07 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 223.20 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 82.68 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 223.20 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 193.56 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 500.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 121.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 8 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 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 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

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2920.25 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 6607.44 \text{ KG.m} = 660744.00 \text{ KG.Cm}$$

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 (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	6.75	1.70	22.69	260.38	=> 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

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 488.22 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 37.02 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 525.23 \text{ KG.m} = 52523.49 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 304.49 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 227.37 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 531.86 \text{ KG/Cm}^2$$

$$531.86 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.7397 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.426 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1286.686 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	15.000 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	121.00 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 _{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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 16.06 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 390.34 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 144.59 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 390.34 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 338.49 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$