

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 2.5 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

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

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

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

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2167.07 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2190.23 \text{ KG.m} = 219022.50 \text{ KG.Cm}$$

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	0.50	1.60	22.69	18.15	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.69	14.43	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> 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

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 9.05 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 14.73 \text{ KG.m} = 1472.58 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 1009.32 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 53.16 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1062.48 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1062.48 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.198 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1247.414 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	2.5 M
* I-BEAM 200 x 100 x 7t		
* 정격하중(Q)	=	2500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	265 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	65.00 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 85.60 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 470.87 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 174.41 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 470.87 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 408.33 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 4.5 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

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

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

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

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3900.72 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4011.24 \text{ KG.m} = 401124.32 \text{ KG.Cm}$$

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	1.13	1.60	22.69	41.02	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.69	14.43	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

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

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 16.30 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 39.37 \text{ KG.m} = 3937.17 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 968.90 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 72.91 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1041.81 \text{ KG/Cm}^2$$

1041.81 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.483 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 897.578 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) =	4.5 M
* I-BEAM 250 x 125 x 7.5t	
* 정격하중(Q) =	2500 KG
* HOIST 자중(W1) =	265 KG
* I-BEAM 자중(W2) =	172.35 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 60.20 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 488.73 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 181.03 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 488.73 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 423.82 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 7.0 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

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

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

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 6067.79 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 6525.15 \text{ KG.m} = 652514.63 \text{ KG.Cm}$$

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	2.10	1.70	22.69	81.00	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.60	14.37	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 70.88 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 25.25 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 96.13 \text{ KG.m} = 9612.70 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 768.57 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 81.46 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 850.03 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.741 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 856.142 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	7.0 M
* I-BEAM 300 x 150 x 10t		
* 정격하중(Q)	=	2500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	265 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	458.50 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 _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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 38.62 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 536.34 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 198.67 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 536.34 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 465.11 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 10401.93 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 12761.73 \text{ KG.m} = 1276173.00 \text{ KG.Cm}$$

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	1.70	22.69	208.29	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.60	14.37	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 312.44 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 43.28 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 355.73 \text{ KG.m} = 35572.55 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 588.10 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 153.99 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 742.09 \text{ KG/Cm}^2$$

742.09 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

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.971 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 941.695 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	12.0 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	2500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	265 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1380.00 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 28.37 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 689.66 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 255.46 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 689.66 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 598.06 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 2.0 M

- * 재료 : 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

$$P = W \times L = 42.60 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 12.14 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1733.66 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1745.80 \text{ KG.m} = 174579.60 \text{ KG.Cm}$$

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	0.40	1.60	22.69	14.52	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.69	14.43	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 3.63 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 7.24 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 10.87 \text{ KG.m} = 1087.30 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 948.80 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 40.57 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 989.37 \text{ KG/Cm}^2$$

$$989.37 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.001 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.119 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1660.968 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) =	2.0 M
* H-BEAM 200 x 100 x 5.5t	
* 정격하중(Q) =	2500 KG
* HOIST 자중(W1) =	265 KG
* I-BEAM 자중(W2) =	42.60 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 84.92 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 467.14 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 173.03 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 467.14 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 405.10 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 3.5 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

$$P = W \times L = 103.60 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 51.67 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3033.90 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3085.57 \text{ KG.m} = 308556.68 \text{ KG.Cm}$$

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	0.88	1.60	22.69	31.95	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.69	14.43	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 13.98 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 12.67 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 26.65 \text{ KG.m} = 2665.17 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 952.34 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 56.71 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1009.04 \text{ KG/Cm}^2$$

1009.04 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.007 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.290 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 1177.691 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	3.5 M
* H-BEAM 250 x 125 x 6t		
* 정격하중(Q)	=	2500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	265 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	103.60 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 58.79 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 477.29 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 176.79 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 477.29 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 413.90 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 5.0 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

$$P = W \times L = 183.50 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 130.74 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 4334.14 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4464.88 \text{ KG.m} = 446488.13 \text{ KG.Cm}$$

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	1.70	22.69	57.86	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.60	14.37	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 36.16 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 18.04 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 54.20 \text{ KG.m} = 5419.73 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 928.25 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 80.06 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1008.30 \text{ KG/Cm}^2$$

1008.30 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.020 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.476 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1009.510 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) =	5.0	M
* H-BEAM 300 x 150 x 6.5t		
* 정격하중(Q) =	2500	KG
* HOIST 자중(W1) =	265	KG
* I-BEAM 자중(W2) =	183.50	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 _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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 35.32 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 490.58 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 181.72 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 490.58 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 425.43 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2500 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 265 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) = 16, 11 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 10.5 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

$$P = W \times L = 798.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 1194.01 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 9101.69 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 10295.70 \text{ KG.m} = 1029569.63 \text{ KG.Cm}$$

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	4.73	1.70	22.69	182.45	=> W ₁
HOIST	0.53	1.20	22.60	14.37	=> W ₂
HOOK 부분	0.002	1.20	22.69	0.05	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 239.47 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 37.87 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 277.34 \text{ KG.m} = 27733.97 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 690.99 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 148.31 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 839.30 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.171 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.948 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 938.447 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	10.5 M
* H-BEAM 450 x 200 x 9t		
* 정격하중(Q)	=	2500 KG
* HOIST 자중(W1)	=	265 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	798.00 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 24.39 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 592.83 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 219.59 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 592.83 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 514.09 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$