

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 200 x 100 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 2.0 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

$$P = W \times L = 52.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 14.82 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2185.10 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2199.92 \text{ KG.m} = 219991.50 \text{ KG.Cm}$$

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 | 0.40 | 1.60 | 22.69 | 14.52 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.69 | 9.80 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

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

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 4.94 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 8.57 \text{ KG.m} = 857.23 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 1013.79 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 30.95 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1044.73 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1044.73 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.127 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1554.627 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 2.0 M |
| * I-BEAM 200 x 100 x 7t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 52.00 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) | = | 10 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 106.99 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 588.50 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 217.99 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 588.50 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 357.24 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 250 x 125 x 7.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.8 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

$$P = W \times L = 145.54 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 78.81 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 4151.68 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4230.49 \text{ KG.m} = 423049.04 \text{ KG.Cm}$$

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 | 0.95 | 1.60 | 22.69 | 34.49 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.69 | 9.80 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 16.38 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 9.39 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 25.77 \text{ KG.m} = 2577.18 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 1021.86 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 47.73 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1069.58 \text{ KG/Cm}^2$$

1069.58 KG/Cm² < 1400x0.8= 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.010 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.366 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 1011.184 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|---------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| * SUPPORT LENGTH (L) = | 3.8 | M |
| * I-BEAM 250 x 125 x 7.5t | | |
| * 정격하중(Q) = | 3000 | KG |
| * HOIST 자중(W1) = | 485 | KG |
| * I-BEAM 자중(W2) = | 145.54 | 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) = | 10 | 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 74.41 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 604.06 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 223.75 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 604.06 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 366.68 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.0 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

$$P = W \times L = 393.00 \text{ KG}$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 336.02 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 6555.29 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 6891.30 \text{ KG.m} = 689130.00 \text{ KG.Cm}$$

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 | 1.80 | 1.70 | 22.69 | 69.43 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.60 | 9.76 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

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

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

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

* 합성 BENDING MOMENT

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

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 811.70 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 56.64 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 868.34 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.588 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 953.191 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 6.0 M |
| * I-BEAM 300 x 150 x 10t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 393.00 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) | = | 10 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 46.46 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 645.24 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 239.00 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 645.24 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 391.68 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 450 x 175 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 11.0 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

$$P = W \times L = 1265.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 1982.89 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 12018.02 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 14000.91 \text{ KG.m} = 1400091.00 \text{ KG.Cm}$$

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 | 4.95 | 1.70 | 22.69 | 190.94 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.60 | 9.76 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 262.54 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 27.07 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 289.61 \text{ KG.m} = 28961.09 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 645.20 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 125.37 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 770.58 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.214 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.943 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 950.814 < 1 / 800 ----- O.K.!!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 11.0 M |
| * I-BEAM 450 x 175 x 13t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 1265.00 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) | = | 10 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 32.51 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 790.32 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 292.75 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 790.32 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 479.75 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485.00 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 600 x 190 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 14.0 M)

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

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 1862.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 3714.69 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 15295.67 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 19010.36 \text{ KG.m} = 1901035.50 \text{ KG.Cm}$$

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 (m²) | 풍력 계수 C | 속도압 q (kg/m²) | 풍하중 W (KG) | |
|---------|----------------|------------|------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM | 8.40 | 1.40 | 22.69 | 266.83 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.60 | 9.76 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 0.70 | 22.69 | 0.05 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 466.96 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 34.34 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 501.30 \text{ KG.m} = 50129.82 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 579.58 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 193.55 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 773.14 \text{ KG/Cm}^2$$

$773.14 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$ ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.322 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.964 \text{ Cm}$$

$\therefore 1 / 1088.588 < 1 / 800$ ----- O.K.!!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 14.0 M |
| * I-BEAM 600 x 190 x 13t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485.00 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 1862 KG |
| * PLATE 단면적 (A) | = | 169.40 Cm ² |
| * BOLT | = | M16 (H.T BOLT 재질: F10T) |
| * BOLT 수량(Z) | = | 6 EA |
| * 나사의 외경(d1) | = | 1.6 Cm |
| * 나사의 골지름(d0) | = | 1.3835 Cm |
| * 나사의 산수(N) | = | 8 산 |
| * 용접각장 (h) | = | 0.8 Cm |
| * 용접길이 (C) | = | 10 Cm |
| * H.T BOLT 항복응력 (σ _e) | = | 45.00 KG/mm ² |
| * H.T BOLT 허용인장응력 (σ _t) | = σ _e / 1.5 = | 30 KG/mm ² |
| | = | 3000 KG/Cm ² |
| * H.T BOLT 허용전단응력 (τ) | = σ _t / √3 = | 1732 KG/Cm ² |

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 31.56 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 593.10 \text{ KG/Cm}^2 < 3000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 219.69 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 593.10 \text{ KG/Cm}^2 < 1732 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 472.54 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 200 x 100 x 5.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 1.5 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

$$P = W \times L = 31.95 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 6.83 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1638.82 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1645.65 \text{ KG.m} = 164565.06 \text{ KG.Cm}$$

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 | 0.30 | 1.60 | 22.69 | 10.89 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.69 | 9.80 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 2.04 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 3.71 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 5.75 \text{ KG.m} = 574.85 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 894.38 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 21.45 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 915.82 \text{ KG/Cm}^2$$

$$915.82 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.000 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.063 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 2351.861 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|--|---------------------------|-------------------------|
| * SUPPORT LENGTH (L) = | 1.5 | M |
| * H-BEAM 200 x 100 x 5.5t | | |
| * 정격하중(Q) = | 3000 | KG |
| * HOIST 자중(W1) = | 485 | KG |
| * I-BEAM 자중(W2) = | 31.95 | KG |
| * PLATE 단면적 (A) = | 27.16 | 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) = | 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 129.49 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 585.16 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 216.75 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 585.16 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 355.21 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 250 x 125 x 6t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 2.8 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

$$P = W \times L = 82.88 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 33.07 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3059.13 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3092.20 \text{ KG.m} = 309220.21 \text{ KG.Cm}$$

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 | 0.70 | 1.60 | 22.69 | 25.41 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.69 | 9.80 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 8.89 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 6.92 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 15.81 \text{ KG.m} = 1581.31 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 954.38 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 33.64 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 988.03 \text{ KG/Cm}^2$$

$988.03 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$ ----- O.K.

* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.187 \text{ Cm}$$

$\therefore 1 / 1472.275 < 1 / 800$ ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 2.8 M |
| * H-BEAM 250 x 125 x 6t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 82.88 KG |
| * PLATE 단면적 (A) | = | 37.66 Cm ² |
| * BOLT | = | M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T) |
| * BOLT 수량(Z) | = | 4 EA |
| * 나사의 외경(d1) | = | 1.6 Cm |
| * 나사의 골지름(d0) | = | 1.3835 Cm |
| * 나사의 산수(N) | = | 8 산 |
| * 용접각장 (h) | = | 0.7 Cm |
| * 용접길이 (C) | = | 10 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 94.74 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 593.64 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 219.89 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 593.64 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 360.36 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 300 x 150 x 6.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 4.0 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

$$P = W \times L = 146.80 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 83.68 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 4370.19 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4453.87 \text{ KG.m} = 445386.60 \text{ KG.Cm}$$

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 | 1.20 | 1.70 | 22.69 | 46.29 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.60 | 9.76 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 23.14 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 9.84 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 32.99 \text{ KG.m} = 3298.87 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 925.96 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 48.73 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 974.69 \text{ KG/Cm}^2$$

$974.69 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$ ----- O.K.

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.008 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.307 \text{ Cm}$$

$\therefore 1 / 1269.952 < 1 / 800$ ----- O.K !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | |
|--|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH (L) = | 4.0 M |
| * H-BEAM 300 x 150 x 6.5t | |
| * 정격하중(Q) = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) = | 146.80 KG |
| * PLATE 단면적 (A) = | 46.78 Cm ² |
| * BOLT = | M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T) |
| * BOLT 수량(Z) = | 4 EA |
| * 나사의 외경(d1) = | 1.6 Cm |
| * 나사의 골지름(d0)= | 1.3835 Cm |
| * 나사의 산수(N) = | 8 산 |
| * 용접각장 (h) = | 0.7 Cm |
| * 용접길이 (C) = | 10 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 77.64 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 604.27 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 223.83 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 604.27 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 366.81 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 350 x 175 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.2 M)

- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
- * A = 63.14 Cm² * W = 49.60 KG/M
- * Ix = 13600 Cm⁴ * Iy = 984 Cm⁴
- * Zx = 775 Cm³ * Zy = 112 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 307.52 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 271.69 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 6773.79 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 7045.49 \text{ KG.m} = 704548.84 \text{ KG.Cm}$$

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 | 2.79 | 1.70 | 22.69 | 107.62 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.60 | 9.76 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 83.40 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 15.26 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 98.66 \text{ KG.m} = 9866.40 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 909.10 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 88.09 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 997.19 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.033 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.606 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 969.837 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 6.2 M |
| * H-BEAM 350 x 175 x 7t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 307.52 KG |
| * PLATE 단면적 (A) | = | 63.14 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) | = | 10 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 60.07 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 631.02 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 233.74 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 631.02 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 383.04 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

H-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 485 KG
 - * 작업 계수 (φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 12 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 5.15 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
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 450 x 200 x 9t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 9.7 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

$$P = W \times L = 737.20 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 1018.99 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 10597.71 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 11616.71 \text{ KG.m} = 1161670.55 \text{ KG.Cm}$$

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 | 4.37 | 1.70 | 22.69 | 168.56 | => W ₁ |
| HOIST | 0.36 | 1.20 | 22.60 | 9.76 | => W ₂ |
| HOOK 부분 | 0.003 | 1.20 | 22.69 | 0.08 | => W ₃ |

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 204.38 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 23.87 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 228.26 \text{ KG.m} = 22825.77 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 779.64 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 122.06 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 901.71 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.125 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.942 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 909.562 < 1 / 800 ----- O.K.!!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

| | | |
|-------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH | (L) = | 9.7 M |
| * H-BEAM 450 x 200 x 9t | | |
| * 정격하중(Q) | = | 3000 KG |
| * HOIST 자중(W1) | = | 485 KG |
| * I-BEAM 자중(W2) | = | 737.20 KG |
| * PLATE 단면적 (A) | = | 96.76 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) | = | 10 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 43.64 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 702.51 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 260.22 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 702.51 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 426.44 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$