

## I-BEAM 강도계산서

### 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 130.00 KG
  - \* 작업 계수 (Φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 8.2 , 5.4 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 M/MIN
  - \* MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* 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/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

### 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 150 x 75 x 5.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 2.800 M
- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* A = 21.83 Cm<sup>2</sup>      \* W = 17.10 KG/M
  - \* Ix = 819 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 57.5 Cm<sup>4</sup>
  - \* Zx = 109 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 15.3 Cm<sup>3</sup>

#### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- \* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 47.88 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 19.10 \text{ KG.m}$$

- \* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 991.91 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1011.02 \text{ KG.m} = 101101.81 \text{ KG.Cm}$$

### 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<br>A (m²) | 풍력 계수<br>C | 속도압<br>q (kg/m²) | 풍하중<br>W (KG) |                   |
|---------|----------------|------------|------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM  | 0.42           | 1.60       | 22.69            | 15.25         | => W <sub>1</sub> |
| HOIST   | 0.36           | 1.20       | 22.69            | 9.80          | => W <sub>2</sub> |
| HOOK 부분 | 0.003          | 1.20       | 22.69            | 0.07          | => W <sub>3</sub> |

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 5.34 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 6.91 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 12.25 \text{ KG.m} = 1224.65 \text{ KG.Cm}$$

### 2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 927.54 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 80.04 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1007.58 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1007.58 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

### 2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.300 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 907.817 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

|                                      |                          |                           |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH                     | (L) =                    | 2.800 M                   |
| * I-BEAM 150 x 75 x 5.5t             |                          |                           |
| * 정격하중(Q)                            | =                        | 1000 KG                   |
| * HOIST 자중(W1)                       | =                        | 130.00 KG                 |
| * I-BEAM 자중(W2)                      | =                        | 47.88 KG                  |
| * PLATE 단면적 (A)                      | =                        | 33.06 Cm <sup>2</sup>     |
| * 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 <sub>e</sub> )    | =                        | 90.00 KG/mm <sup>2</sup>  |
| * H.T BOLT 허용인장응력 (σ <sub>ta</sub> ) | = σ <sub>e</sub> / 1.5 = | 60 KG/mm <sup>2</sup>     |
|                                      | =                        | 6000 KG/Cm <sup>2</sup>   |
| * H.T BOLT 허용전단응력 (τ)                | = σ <sub>ta</sub> / √3 = | 3464 KG/Cm <sup>2</sup>   |

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 35.63 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 195.98 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 72.59 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 195.98 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 169.95 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

## I-BEAM 강도계산서

### 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 130.00 KG
  - \* 작업 계수 (Φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 8.2 , 5.4 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 M/MIN
  - \* MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* 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/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

### 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 200 x 100 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 4.500 M)
- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* A = 33.06 Cm<sup>2</sup>      \* W = 26.00 KG/M
  - \* Ix = 2170 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 138 Cm<sup>4</sup>
  - \* Zx = 217 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 27.7 Cm<sup>3</sup>

#### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- \* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

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

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

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

- \* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1594.15 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1669.17 \text{ KG.m} = 166917.38 \text{ KG.Cm}$$

### 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<br>A (m²) | 풍력 계수<br>C | 속도압<br>q (kg/m²) | 풍하중<br>W (KG) |                   |
|---------|----------------|------------|------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM  | 0.90           | 1.60       | 22.69            | 32.68         | => W <sub>1</sub> |
| HOIST   | 0.36           | 1.20       | 22.69            | 9.80          | => W <sub>2</sub> |
| HOOK 부분 | 0.003          | 1.20       | 22.69            | 0.07          | => W <sub>3</sub> |

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

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

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 11.10 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 29.48 \text{ KG.m} = 2948.46 \text{ KG.Cm}$$

### 2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 769.20 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 106.44 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 875.65 \text{ KG/Cm}^2$$

$$875.65 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

### 2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.471 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 897.810 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

\* SUPPORT LENGTH (L) = 4.500 M

\* I-BEAM 200 x 100 x 7t

\* 정격하중(Q) = 1000 KG

\* HOIST 자중(W1) = 130.00 KG

\* I-BEAM 자중(W2) = 117.00 KG

\* PLATE 단면적 (A) = 33.06 Cm<sup>2</sup>

\* 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<sub>e</sub>) = 90.00 KG/mm<sup>2</sup>

\* H.T BOLT 허용인장응력 (σ<sub>ta</sub>) = σ<sub>e</sub> / 1.5 = 60 KG/mm<sup>2</sup>  
= 6000 KG/Cm<sup>2</sup>

\* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ<sub>ta</sub> / √3 = 3464 KG/Cm<sup>2</sup>

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 37.72 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 207.48 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 76.85 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 207.48 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 179.92 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

## I-BEAM 강도계산서

### 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 130.00 KG
  - \* 작업 계수 (Φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 8.2 , 5.4 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 M/MIN
  - \* MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* 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/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

### 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 250 x 125 x 7.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.500 M
- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* A = 48.79 Cm<sup>2</sup>      \* W = 38.30 KG/M
  - \* Ix = 5180 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 337 Cm<sup>4</sup>
  - \* Zx = 414 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 53.9 Cm<sup>3</sup>

#### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- \* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 248.95 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 230.59 \text{ KG.m}$$

- \* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2302.66 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2533.25 \text{ KG.m} = 253324.74 \text{ KG.Cm}$$

### 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<br>A (m²) | 풍력 계수<br>C | 속도압<br>q (kg/m²) | 풍하중<br>W (KG) |                   |
|---------|----------------|------------|------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM  | 1.63           | 1.70       | 22.69            | 62.68         | => W <sub>1</sub> |
| HOIST   | 0.36           | 1.20       | 22.69            | 9.80          | => W <sub>2</sub> |
| HOOK 부분 | 0.003          | 1.20       | 22.69            | 0.07          | => W <sub>3</sub> |

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 50.93 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 16.04 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 66.97 \text{ KG.m} = 6697.15 \text{ KG.Cm}$$

### 2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 611.90 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 124.25 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 736.15 \text{ KG/Cm}^2$$

$$736.15 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

### 2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.082 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.594 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 961.302 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

\* SUPPORT LENGTH (L) = 6.500 M

\* I-BEAM 250 x 125 x 7.5t

\* 정격하중(Q) = 1000 KG

\* HOIST 자중(W1) = 130.00 KG

\* I-BEAM 자중(W2) = 248.95 KG

\* PLATE 단면적 (A) = 48.79 Cm<sup>2</sup>

\* 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<sub>e</sub>) = 90.00 KG/mm<sup>2</sup>

\* H.T BOLT 허용인장응력 (σ<sub>ta</sub>) = σ<sub>e</sub> / 1.5 = 60 KG/mm<sup>2</sup>  
= 6000 KG/Cm<sup>2</sup>

\* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ<sub>ta</sub> / √3 = 3464 KG/Cm<sup>2</sup>

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 28.26 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 229.44 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 84.99 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 229.44 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 198.96 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

## I-BEAM 강도계산서

### 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 130.00 KG
  - \* 작업 계수 (Φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 8.2 , 5.4 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 M/MIN
  - \* MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* 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/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

### 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 9.500 M
- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* A = 83.47 Cm<sup>2</sup>      \* W = 65.50 KG/M
  - \* Ix = 12700 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 886 Cm<sup>4</sup>
  - \* Zx = 849 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 118 Cm<sup>3</sup>

#### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- \* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

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

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

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

- \* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3365.42 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4207.79 \text{ KG.m} = 420779.34 \text{ KG.Cm}$$

### 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<br>A (m²) | 풍력 계수<br>C | 속도압<br>q (kg/m²) | 풍하중<br>W (KG) |                   |
|---------|----------------|------------|------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM  | 2.85           | 1.70       | 22.69            | 109.94        | => W <sub>1</sub> |
| HOIST   | 0.36           | 1.20       | 22.69            | 9.80          | => W <sub>2</sub> |
| HOOK 부분 | 0.003          | 1.20       | 22.69            | 0.07          | => W <sub>3</sub> |

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

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

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 23.44 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 154.00 \text{ KG.m} = 15399.66 \text{ KG.Cm}$$

### 2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 495.62 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 130.51 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 626.12 \text{ KG/Cm}^2$$

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

### 2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.757 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 933.869 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

|                                      |                          |                           |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH                     | (L) =                    | 9.500 M                   |
| * I-BEAM 300 x 150 x 10t             |                          |                           |
| * 정격하중(Q)                            | =                        | 1000 KG                   |
| * HOIST 자중(W1)                       | =                        | 130.00 KG                 |
| * I-BEAM 자중(W2)                      | =                        | 622.25 KG                 |
| * PLATE 단면적 (A)                      | =                        | 83.47 Cm <sup>2</sup>     |
| * 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 <sub>e</sub> )    | =                        | 90.00 KG/mm <sup>2</sup>  |
| * H.T BOLT 허용인장응력 (σ <sub>ta</sub> ) | = σ <sub>e</sub> / 1.5 = | 60 KG/mm <sup>2</sup>     |
|                                      | =                        | 6000 KG/Cm <sup>2</sup>   |
| * H.T BOLT 허용전단응력 (τ)                | = σ <sub>ta</sub> / √3 = | 3464 KG/Cm <sup>2</sup>   |

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 20.99 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 291.55 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 107.99 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 291.55 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 252.82 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

## I-BEAM 강도계산서

### 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 130.00 KG
  - \* 작업 계수 (Φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 2 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 8.2 , 5.4 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 18.8, 9.23, 18.8/4.6 M/MIN
  - \* MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm<sup>2</sup>
  - \* 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/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

### 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/Cm<sup>2</sup>
  - \* A = 146.10 Cm<sup>2</sup>      \* W = 115.00 KG/M
  - \* Ix = 48800 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 2020 Cm<sup>4</sup>
  - \* Zx = 2170 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 231 Cm<sup>3</sup>

#### 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

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5313.83 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 9001.01 \text{ KG.m} = 900101.25 \text{ KG.Cm}$$

### 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<br>A (m <sup>2</sup> ) | 풍력 계수<br>C | 속도압<br>q (kg/m <sup>2</sup> ) | 풍하중<br>W (KG) |                   |
|---------|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM  | 6.75                        | 1.70       | 22.69                         | 260.38        | => W <sub>1</sub> |
| HOIST   | 0.36                        | 1.20       | 22.69                         | 9.80          | => W <sub>2</sub> |
| HOOK 부분 | 0.003                       | 1.20       | 22.69                         | 0.07          | => W <sub>3</sub> |

\* 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

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 414.79 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

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

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 642.17 \text{ KG/Cm}^2$$

$$642.17 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* 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

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.775 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 990.089 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

|                                      |                          |                           |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| * SUPPORT LENGTH                     | (L) =                    | 15.000 M                  |
| * I-BEAM 450 x 175 x 13t             |                          |                           |
| * 정격하중(Q)                            | =                        | 1000 KG                   |
| * HOIST 자중(W1)                       | =                        | 130.00 KG                 |
| * I-BEAM 자중(W2)                      | =                        | 1725.00 KG                |
| * PLATE 단면적 (A)                      | =                        | 146.1 Cm <sup>2</sup>     |
| * 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 <sub>e</sub> )    | =                        | 90.00 KG/mm <sup>2</sup>  |
| * H.T BOLT 허용인장응력 (σ <sub>ta</sub> ) | = σ <sub>e</sub> / 1.5 = | 60 KG/mm <sup>2</sup>     |
|                                      | =                        | 6000 KG/Cm <sup>2</sup>   |
| * H.T BOLT 허용전단응력 (τ)                | = σ <sub>ta</sub> / √3 = | 3464 KG/Cm <sup>2</sup>   |

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 19.54 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 475.03 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 175.96 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 475.03 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 411.94 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$