

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 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) = 8.2 , 5.4 M/MIN
- \* TRAVERSING SPEED (V1) = - 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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 984.01 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1003.12 \text{ KG.m} = 100311.79 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMEN

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m <sup>2</sup> )	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m <sup>2</sup> )	풍하중 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

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 920.29 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

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

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1000.33 \text{ KG/Cm}^2$$

1000.33 KG/Cm<sup>2</sup> < 1400x0.8 = 1120KG/Cm<sup>2</sup> ----- O.K.

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.298 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 914.916 < 1 / 800 ----- 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) = 121.00 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 35.36 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 194.48 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 72.04 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 194.48 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 168.65 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
- \* HOIST 자중(W1)= 121.00 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) = - 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

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

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

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1581.45 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1656.48 \text{ KG.m} = 165647.70 \text{ KG.Cm}$$

2-3) 작업시 풍하중에 의한 BENDING MOMEN

풍하중 (W) = A x q x C

단) 매달리는 하중에 대한 풍력계수는 C=1.0으로 가정한다.

	풍압면적 A (m <sup>2</sup> )	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m <sup>2</sup> )	풍하중 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

$W_1 \times L$

$Mg5 = \frac{\quad}{8} = 18.38 \text{ KG.m}$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$(W_2 + W_3) \times L$

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

\* 합성 BENDING MOMENT

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

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$Mv1$

$\sigma 1 = \frac{\quad}{Zx} = 763.35 \text{ KG/Cm}^2$

\* 풍하중에 의한 응력

$Mv3$

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

\* 합성응력

$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 869.80 \text{ KG/Cm}^2$

$869.80 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$5 \times P \times L^3$

$\delta 1 = \frac{\quad}{384 \times E \times I \times} = 0.030 \text{ Cm}$

\* 이동하중에 의한 처짐

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

$\delta 2 = \frac{\quad}{48 \times E \times I \times} = 0.467 \text{ Cm}$

$\therefore 1 / 904.577 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- \* SUPPORT LENGTH (L) = 4.500 M
- \* I-BEAM 200 x 100 x 7t
- \* 정격하중(Q) = 1000 KG
- \* HOIST 자중(W1) = 121.00 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 37.45 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 205.98 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 76.30 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 205.98 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 178.63 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
- \* HOIST 자중(W1)= 121.00 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) = - 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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2284.32 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2514.91 \text{ KG.m} = 251490.77 \text{ KG.Cm}$$

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	1.63	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

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 607.47 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

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

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 731.72 \text{ KG/Cm}^2$$

731.72 KG/Cm<sup>2</sup> < 1400x0.8= 1120KG/Cm<sup>2</sup> ----- O.K.

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.590 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 968.079 < 1 / 800 ----- 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) = 121.00 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>t</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>t</sub> / √3 = 3464 KG/Cm<sup>2</sup>

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 28.08 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 227.94 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 84.43 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 227.94 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 197.66 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
- \* HOIST 자중(W1)= 121.00 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) = - 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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3338.62 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4180.99 \text{ KG.m} = 418098.92 \text{ KG.Cm}$$

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 <sup>2</sup> )	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m <sup>2</sup> )	풍하중 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 MOMENT

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

\* 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

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 492.46 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

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

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 622.97 \text{ KG/Cm}^2$$

622.97 KG/Cm<sup>2</sup> < 1400x0.8 = 1120KG/Cm<sup>2</sup> ----- O.K.

\* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.751 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 939.436 < 1 / 800 ----- 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) = 121.00 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>t</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>t</sub> / √3 = 3464 KG/Cm<sup>2</sup>

### 1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 20.88 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 290.05 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) \times N \times Z} = 107.44 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 290.05 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 251.53 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1000.00 KG
- \* HOIST 자중(W1)= 121.00 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) = - 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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5271.50 \text{ KG.m}$$

- \* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 8958.69 \text{ KG.m} = 895869.00 \text{ KG.Cm}$$

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 <sup>2</sup> )	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m <sup>2</sup> )	풍하중 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

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 412.84 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

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

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 640.22 \text{ KG/Cm}^2$$

640.22 KG/Cm<sup>2</sup> < 1400x0.8 = 1120KG/Cm<sup>2</sup> ----- 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

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.769 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 994.141 < 1 / 800 ----- 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) = 121.00 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 19.48 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 473.53 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) \times N \times Z} = 175.40 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 473.53 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 410.64 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$