

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 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/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

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

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

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

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2072.24 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2087.06 \text{ KG.m} = 208705.50 \text{ KG.Cm}$$

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 <sup>2</sup> )	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m <sup>2</sup> )	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	0.40	1.60	22.69	14.52	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.69	24.51	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* 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

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 13.07 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 16.70 \text{ KG.m} = 1669.98 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 961.78 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 60.29 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1022.06 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1022.06 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* 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

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.121 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1638.472 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	2.0 M
* I-BEAM 200 x 100 x 7t		
* 정격하중(Q)	=	3000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	305 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	52.00 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>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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 101.54 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 558.55 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 206.89 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 558.55 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 484.37 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 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/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 = 54 Cm<sup>3</sup>

### 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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3937.25 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4016.06 \text{ KG.m} = 401605.64 \text{ KG.Cm}$$

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	0.95	1.60	22.69	34.49	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.69	24.51	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* 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

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 24.83 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 41.21 \text{ KG.m} = 4121.41 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 970.06 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 76.32 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1046.38 \text{ KG/Cm}^2$$

$1046.38 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$  ----- O.K.

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.347 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1064.781 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> 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) =	305 KG
* I-BEAM 자중(W2) =	145.54 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 70.72 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 574.12 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 212.66 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 574.12 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 497.86 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.3 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

$$P = W \times L = 412.65 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 370.46 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 6527.54 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 6898.00 \text{ KG.m} = 689799.68 \text{ KG.Cm}$$

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 (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.89	1.70	22.69	72.90	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.60	24.41	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 57.41 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 41.02 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 98.43 \text{ KG.m} = 9842.67 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 812.48 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 83.41 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 895.90 \text{ KG/Cm}^2$$

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

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.050 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

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

$$\therefore 1 / 905.271 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	6.3 M
* I-BEAM 300 x 150 x 10t		
* 정격하중(Q)	=	3000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	305 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	412.65 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 44.54 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 618.56 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 229.12 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 618.56 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 536.40 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 450 x 175 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 11.5 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

$$P = W \times L = 1322.50 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 2167.25 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 11915.35 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 14082.60 \text{ KG.m} = 1408259.81 \text{ KG.Cm}$$

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	5.18	1.70	22.69	199.81	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.60	24.41	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 287.22 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 74.87 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 362.09 \text{ KG.m} = 36209.40 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 648.97 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 156.75 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 805.72 \text{ KG/Cm}^2$$

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

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.256 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 1.022 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 900.265 < 1 / 800 ----- O.K.!!

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	11.5 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	3000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	305 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1322.50 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>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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 31.67 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 769.94 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 285.20 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 769.94 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 667.68 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# H-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 200 x 100 x 5.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 1.7 M

- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
- \* A = 27.16 Cm<sup>2</sup>      \* W = 21.30 KG/M
- \* Ix = 1840 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 134 Cm<sup>4</sup>
- \* Zx = 184 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 26.8 Cm<sup>3</sup>

### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

\* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 36.21 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 8.77 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 1761.40 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 1770.17 \text{ KG.m} = 177017.16 \text{ KG.Cm}$$

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	0.34	1.60	22.69	12.34	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.69	24.51	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 2.62 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 11.11 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 13.73 \text{ KG.m} = 1373.20 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 962.05 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 51.24 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1013.29 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1013.29 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* 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

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.088 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1928.614 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) =	1.7 M
* H-BEAM 200 x 100 x 5.5t	
* 정격하중(Q) =	3000 KG
* HOIST 자중(W1) =	305 KG
* I-BEAM 자중(W2) =	36.21 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>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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 101.07 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 555.92 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 205.92 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 555.92 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 482.09 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# H-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 250 x 125 x 6t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.0 M

- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
- \* A = 37.66 Cm<sup>2</sup>      \* W = 29.60 KG/M
- \* Ix = 4050 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 294 Cm<sup>4</sup>
- \* Zx = 324 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 47 Cm<sup>3</sup>

### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

\* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 88.80 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 37.96 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3108.35 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3146.31 \text{ KG.m} = 314631.45 \text{ KG.Cm}$$

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	0.75	1.60	22.69	27.23	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.69	24.51	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 10.21 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 19.60 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 29.81 \text{ KG.m} = 2981.47 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 971.08 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 63.44 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1034.52 \text{ KG/Cm}^2$$

1034.52 KG/Cm<sup>2</sup> < 1400x0.8 = 1120KG/Cm<sup>2</sup> ----- O.K.

\* H-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.004 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.219 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 1349.799 < 1 / 800 ----- O.K. !!

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	3.0 M
* H-BEAM 250 x 125 x 6t		
* 정격하중(Q)	=	3000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	305 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	88.80 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 69.56 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 564.67 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 209.16 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 564.67 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 489.68 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# H-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 300 x 150 x 6.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 4.2 M

- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
- \* A = 46.78 Cm<sup>2</sup>      \* W = 36.70 KG/M
- \* Ix = 7210 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 508 Cm<sup>4</sup>
- \* Zx = 481 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 67.7 Cm<sup>3</sup>

### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

\* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 154.14 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 92.25 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 4351.69 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 4443.95 \text{ KG.m} = 444394.63 \text{ KG.Cm}$$

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 (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.26	1.70	22.69	48.60	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.60	24.41	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 25.52 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 27.34 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 52.86 \text{ KG.m} = 5285.98 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 923.90 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 78.08 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1001.98 \text{ KG/Cm}^2$$

1001.98 KG/Cm<sup>2</sup> < 1400x0.8= 1120KG/Cm<sup>2</sup> ----- O.K.

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

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

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.337 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1211.288 < 1 / 800 \text{ ----- O.K !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- \* SUPPORT LENGTH (L) = 4.2 M
- \* H-BEAM 300 x 150 x 6.5t
- \* 정격하중(Q) = 3000 KG
- \* HOIST 자중(W1) = 305 KG
- \* I-BEAM 자중(W2) = 154.14 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 41.44 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 575.55 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 213.19 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 575.55 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 499.10 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# H-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 3000 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 305 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 20 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 5.15 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 16, 11 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) = 20 M  
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
  - \* 작업시 속도압 (q2) = 18.05 KG/m<sup>2</sup>
  - \* 휴지시 속도압 (q3) = 213.24 KG/m<sup>2</sup>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING H-BEAM 강도계산

2-1) H 450 x 200 x 9t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.5 M

- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
- \* A = 96.76 Cm<sup>2</sup>      \* W = 76.00 KG/M
- \* Ix = 33500 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 1870 Cm<sup>4</sup>
- \* Zx = 1490 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 187 Cm<sup>3</sup>

### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

\* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 494.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 457.57 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 6734.76 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 7192.33 \text{ KG.m} = 719233.13 \text{ KG.Cm}$$

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 (m <sup>2</sup> )	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m <sup>2</sup> )	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	2.93	1.70	22.69	113.02	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.90	1.20	22.60	24.41	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.060	1.20	22.69	1.63	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 91.83 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 42.32 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 134.15 \text{ KG.m} = 13414.56 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 482.71 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 71.74 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 554.44 \text{ KG/Cm}^2$$

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

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.025 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.269 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 2211.671 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	6.5 M
* H-BEAM 450 x 200 x 9t		
* 정격하중(Q)	=	3000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	305 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	494.00 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>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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 26.00 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 632.09 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 234.13 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 632.09 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 548.14 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$