

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 240.00 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 10 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 4.1 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 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>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 200 x 100 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.000 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

$$P = W \times L = 78.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 33.35 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2012.67 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2046.02 \text{ KG.m} = 204601.50 \text{ KG.Cm}$$

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	0.60	1.60	22.69	21.78	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.48	1.20	22.69	13.07	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.05	1.20	22.69	1.36	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 8.17 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 10.82 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 18.99 \text{ KG.m} = 1899.15 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 942.86 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 68.56 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1011.43 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1011.43 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.006 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.264 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1110.405 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	3.000 M
* I-BEAM 200 x 100 x 7t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	240.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	78.00 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

$$\sigma T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 67.09 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 369.04 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) N \times Z} = 136.70 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 369.04 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 320.03 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 240.00 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 10 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 4.1 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 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>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 250 x 125 x 7.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 5.0 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

$$P = W \times L = 191.50 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 136.44 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3354.45 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3490.89 \text{ KG.m} = 349089.38 \text{ KG.Cm}$$

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	1.25	1.60	22.69	45.38	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.48	1.20	22.69	13.07	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.05	1.20	22.69	1.36	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 28.36 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

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

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 46.40 \text{ KG.m} = 4640.11 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 843.21 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 85.93 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 929.14 \text{ KG/Cm}^2$$

929.14 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

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.029 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.512 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 924.276 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) =		5.0 M
* I-BEAM 250 x 125 x 7.5t		
* 정격하중(Q) =	1900 KG	
* HOIST 자중(W1) =	240.00 KG	
* I-BEAM 자중(W2) =	191.50 KG	
* PLATE 단면적 (A) =	48.79 Cm <sup>2</sup>	
* BOLT =	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)	
* BOLT 수량(Z) =	6 EA	
* 나사의 외경(d1) =	1.6 Cm	
* 나사의 골지름(d0)=	1.3835 Cm	
* 나사의 산수(N) =	8 산	
* 용접각장 (h) =	0.7 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 47.79 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 258.62 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 95.79 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 258.62 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 336.40 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 240.00 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 10 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 4.1 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 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>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 7.5 M

- \* 재료 : 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

$$P = W \times L = 491.25 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 525.02 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5031.68 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 5556.70 \text{ KG.m} = 555669.84 \text{ KG.Cm}$$

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	2.25	1.70	22.69	86.79	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.05	1.20	22.69	1.36	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 81.36 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 26.96 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 108.33 \text{ KG.m} = 10832.55 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 654.50 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 91.80 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 746.30 \text{ KG/Cm}^2$$

$746.30 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2$  ----- O.K.

\* I-BEAM 용접시 효율 80% 적용 (RT검사)

2-5) DEFLECTION 산출

\* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.101 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.705 \text{ Cm}$$

$\therefore 1 / 930.041 < 1 / 800$  ----- O.K !!

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- \* SUPPORT LENGTH (L) = 7.5 M
- \* I-BEAM 300 x 150 x 10t
- \* 정격하중(Q) = 1900 KG
- \* HOIST 자중(W1) = 240.00 KG
- \* I-BEAM 자중(W2) = 491.25 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 31.52 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 437.80 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) \times N \times Z} = 162.17 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 437.80 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 379.65 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 240.00 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 10 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 4.1 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 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>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 450 x 175 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 12.0 M)

- \* 재질 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/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

$$P = W \times L = 1380.00 \text{ KG}$$

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 2359.80 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 8050.68 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 10410.48 \text{ KG.m} = 1041048.00 \text{ KG.Cm}$$

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 (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	5.40	1.70	22.69	208.29	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.05	1.20	22.69	1.36	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

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

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 43.14 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 355.58 \text{ KG.m} = 35557.83 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 479.75 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 153.93 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 633.68 \text{ KG/Cm}^2$$

633.68 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

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times x} = 0.303 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times x} = 0.752 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 1137.719 < 1 / 800 ----- O.K.!!

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	12.0 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	240.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1380.00 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 24.09 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 585.67 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 216.94 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 585.67 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 507.89 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

# I-BEAM 강도계산서

## 1. 사양 & 계산 기준

- \* 정격 하중 (Q1) = 1900.00 KG
  - \* HOIST 자중(W1)= 240.00 KG
  - \* 작업 계수 (φ) = 1.14
  - \* 충격 계수 (ψ) = 1.10
  - \* HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 10 KG
  - \* HOISTING SPEED (V) = 4.1 M/MIN
  - \* TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14 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>
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt[4]{h}$$

## 2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 600 x 190 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 15.0 M

- \* 재료 : SS400      \* 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm<sup>2</sup>
- \* A = 169.40 Cm<sup>2</sup>      \* W = 133.00 KG/M
- \* Ix = 98400 Cm<sup>4</sup>      \* Iy = 2460 Cm<sup>4</sup>
- \* Zx = 3280 Cm<sup>3</sup>      \* Zy = 259 Cm<sup>3</sup>

### 2-2) 작업시 BENDING MOMENT

\* 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 1995.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 4264.31 \text{ KG.m}$$

\* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 10063.35 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 14327.66 \text{ KG.m} = 1432766.25 \text{ KG.Cm}$$

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	9.00	1.40	22.69	285.89	=> W <sub>1</sub>
HOIST	0.48	1.20	22.60	13.02	=> W <sub>2</sub>
HOOK 부분	0.05	0.70	22.69	0.79	=> W <sub>3</sub>

\* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 536.05 \text{ KG.m}$$

\* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 51.79 \text{ KG.m}$$

\* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 587.85 \text{ KG.m} = 58784.53 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

\* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 436.82 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 226.97 \text{ KG/Cm}^2$$

\* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 663.79 \text{ KG/Cm}^2$$

663.79 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

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I_x} = 0.424 \text{ Cm}$$

\* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.728 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1301.589 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

## >> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	15.0 M
* I-BEAM 600 x 190 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	1900 KG
* HOIST 자중(W1)	=	240.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	1995 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	40 Cm <sup>3</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)	=	10 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 103.38 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 688.00 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

### 3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 254.84 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

### 4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 688.00 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

### 5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 417.64 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$