

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 20000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 1890.00 KG
- * 작업 계수 (Φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 110 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 1.6 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 15 , 10 , 15/5 M/MIN
- * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
- * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
- * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
- * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
- * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
- * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
- * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
- * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²

$$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 1.300 M
- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
 - * A = 83.47 Cm² * W = 65.50 KG/M
 - * Ix = 12700 Cm⁴ * Iy = 886 Cm⁴
 - * Zx = 849 Cm³ * Zy = 118 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- * 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 85.15 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 15.77 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 8921.27 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 8937.04 \text{ KG.m} = 893704.35 \text{ KG.Cm}$$

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 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)
I-BEAM	0.39	1.30	22.69	11.50
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80
HOOK 부분	0.250	1.20	22.69	6.81

=> W₁

=> W₂

=> W₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$W_1 \times L$$

$$Mg5 = \frac{\quad}{8} = 1.87 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$(W_2 + W_3) \times L$$

$$Mg6 = \frac{\quad}{4} = 5.40 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 7.27 \text{ KG.m} = 726.78 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$Mv1$$

$$\sigma 1 = \frac{\quad}{Zx} = 1052.66 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$Mv3$$

$$\sigma 2 = \frac{\quad}{Zy} = 6.16 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1058.81 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1058.81 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$5 \times P \times L^3$$

$$\delta 1 = \frac{\quad}{384 \times E \times I \times} = 0.000 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

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

$$\delta 2 = \frac{\quad}{48 \times E \times I \times} = 0.038 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 3452.051 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 1.300 M

* I-BEAM 300 x 150 x 10t

* 정격하중(Q) = 20000 KG

* HOIST 자중(W1) = 1890.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 85.15 KG

* PLATE 단면적 (A) = 83.47 Cm²

* BOLT = M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)

* BOLT 수량(Z) = 14 EA

* 나사의 외경(d1) = 1.6 Cm

* 나사의 골지름(d0)= 1.3835 Cm

* 나사의 산수(N) = 8 산

* 용접각장 (h) = 1 Cm

* 용접길이 (C) = 30 Cm

* H.T BOLT 항복응력 (σ_e) = 90.00 KG/mm²

* H.T BOLT 허용인장응력 (σ_{ta}) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_{ta} / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 263.27 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 1044.66 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 386.95 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 1044.66 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 517.88 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 20000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 1890.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 110 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 1.6 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 15 , 10 , 15/5 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 450 x 175 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.000 M
- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
 - * A = 146.10 Cm² * W = 115.00 KG/M
 - * Ix = 48800 Cm⁴ * Iy = 2020 Cm⁴
 - * Zx = 2170 Cm³ * Zy = 231 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- * 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 345.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 147.49 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 20587.55 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 20735.03 \text{ KG.m} = 2073503.25 \text{ KG.Cm}$$

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 A (m²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.35	1.40	22.69	42.89	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.250	1.20	22.69	6.81	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 16.08 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 12.46 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 28.54 \text{ KG.m} = 2854.01 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 955.53 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 12.36 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 967.89 \text{ KG/Cm}^2$$

$$967.89 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.0012 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.120 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 2472.493 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH	(L) =	3.000 M
* I-BEAM 450 x 175 x 13t		
* 정격하중(Q)	=	20000 KG
* HOIST 자중(W1)	=	1890.00 KG
* I-BEAM 자중(W2)	=	345.00 KG
* PLATE 단면적 (A)	=	146.1 Cm ²
* BOLT	=	M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
* BOLT 수량(Z)	=	14 EA
* 나사의 외경(d1)	=	1.6 Cm
* 나사의 골지름(d0)	=	1.3835 Cm
* 나사의 산수(N)	=	8 산
* 용접각장 (h)	=	1 Cm
* 용접길이 (C)	=	30 Cm
* H.T BOLT 항복응력 (σ _e)	=	90.00 KG/mm ²
* H.T BOLT 허용인장응력 (σ _{ta})	= σ _e / 1.5 =	60 KG/mm ²
	=	6000 KG/Cm ²
* H.T BOLT 허용전단응력 (τ)	= σ _{ta} / √3 =	3464 KG/Cm ²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 152.19 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 1057.01 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 391.53 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 1057.01 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 524.00 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 20000.00 KG
 - * HOIST 자중(W1)= 1890.00 KG
 - * 작업 계수 (Φ) = 1.14
 - * 충격 계수 (ψ) = 1.10
 - * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 110 KG
 - * HOISTING SPEED (V) = 1.6 M/MIN
 - * TRAVERSING SPEED (V1) = 15 , 10 , 15/5 M/MIN
 - * MODULUS OF LONGITUDINAL ELASTICITY(E) 2100000 KG/Cm²
 - * EFFICIENCY OF HOISTING (ζ) = 0.85
 - * EFFICIENCY OF T/S (ζ) = 0.85
 - * 작업시 풍속 (V2) = 16 M/SEC
 - * 휴지시 풍속 (V3) = 55 M/SEC
 - * 풍압면 중심의 지상으로 부터의 높이 (h) = 50 M
단) h < 16 일때는 h = 16으로 적용한다.
 - * 작업시 속도압 (q2) = 22.69 KG/m²
 - * 휴지시 속도압 (q3) = 268.13 KG/m²
- $$\text{속도압 (q)} = \frac{V^2}{30} \cdot \sqrt{h}$$

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 600 x 190 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 4.500 M
- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
 - * A = 169.40 Cm² * W = 133.00 KG/M
 - * Ix = 98400 Cm⁴ * Iy = 2460 Cm⁴
 - * Zx = 3280 Cm³ * Zy = 259 Cm³

2-2) 작업시 BENDING MOMENT

- * 정하중에 의한 BENDING MOMENT

$$P = W \times L = 598.50 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{\quad}{8} = 383.79 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

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

$$Mg2 = \frac{\quad}{4} = 30881.32 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 31265.11 \text{ KG.m} = 3126510.56 \text{ KG.Cm}$$

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 A (m ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	2.70	1.40	22.69	85.77	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.250	1.20	22.69	6.81	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MONMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 48.24 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 18.64 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 66.89 \text{ KG.m} = 6688.61 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 953.20 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 25.82 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 979.03 \text{ KG/Cm}^2$$

$$979.03 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.201 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 2200.018 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

* SUPPORT LENGTH (L) = 4.500 M

* I-BEAM 600 x 190 x 13t

* 정격하중(Q) = 20000 KG

* HOIST 자중(W1) = 1890.00 KG

* I-BEAM 자중(W2) = 598.5 KG

* PLATE 단면적 (A) = 169.40 Cm²

* BOLT = M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)

* BOLT 수량(Z) = 16 EA

* 나사의 외경(d1) = 1.6 Cm

* 나사의 골지름(d0)= 1.3835 Cm

* 나사의 산수(N) = 8 산

* 용접각장 (h) = 1 Cm

* 용접길이 (C) = 30 Cm

* H.T BOLT 항복응력 (σ_e) = 90.00 KG/mm²

* H.T BOLT 허용인장응력 (σ_{ta}) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²

* H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_{ta} / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 132.75 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 935.43 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2)N \times Z} = 346.49 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 935.43 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 529.98 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$