

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 15000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 1710.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 110 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 2.1/0.7 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

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

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

- 2-1) I 300 x 150 x 10t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 1.500 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

$$P = W \times L = 98.25 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 21.00 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 7857.88 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 7878.88 \text{ KG.m} = 787887.84 \text{ KG.Cm}$$

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 (m ²) | 풍력 계수 C | 속도압 q (kg/m ²) | 풍하중 W (KG) | |
|---------|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM | 0.45 | 1.30 | 22.69 | 13.27 | => 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 MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 2.49 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 6.23 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 8.72 \text{ KG.m} = 871.78 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 928.02 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 7.39 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 935.41 \text{ KG/Cm}^2$$

935.41 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.000 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.044 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 3392.441 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 1.500 M
- * I-BEAM 300 x 150 x 10t
- * 정격하중(Q) = 15000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 1710.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 98.25 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 83.47 Cm²
- * BOLT = M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
- * BOLT 수량(Z) = 12 EA
- * 나사의 외경(d1) = 1.6 Cm
- * 나사의 골지름(d0) = 1.3835 Cm
- * 나사의 산수(N) = 8 산
- * 용접각장 (h) = 1 Cm
- * 용접길이 (C) = 25 Cm
- * H.T BOLT 항복응력 (σ_e) = 90.00 KG/mm²
- * H.T BOLT 허용인장응력 (σ_t) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²
- * H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_t / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 201.37 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 932.21 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) \times N \times Z} = 345.30 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 932.21 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 475.34 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 15000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 1710.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 100 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 2.1/0.7 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 4.000 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

$$P = W \times L = 460.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \Phi}{8} = 262.20 \text{ KG.m}$$

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 20954.34 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 21216.54 \text{ KG.m} = 2121654.00 \text{ KG.Cm}$$

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 ²) | 풍력 계수 C | 속도압 q (kg/m ²) | 풍하중 W (KG) | |
|---------|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM | 1.80 | 1.40 | 22.69 | 57.18 | => 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 MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 28.59 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 16.61 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 45.20 \text{ KG.m} = 4520.13 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 977.72 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 19.57 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 997.29 \text{ KG/Cm}^2$$

997.29 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I x} = 0.0037 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.217 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 1808.737 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 4.000 M
- * I-BEAM 450 x 175 x 13t
- * 정격하중(Q) = 15000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 1710.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 460.00 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 146.1 Cm²
- * BOLT = M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
- * BOLT 수량(Z) = 12 EA
- * 나사의 외경(d1) = 1.6 Cm
- * 나사의 골지름(d0) = 1.3835 Cm
- * 나사의 산수(N) = 8 산
- * 용접각장 (h) = 1 Cm
- * 용접길이 (C) = 25 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 117.52 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 952.27 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 352.73 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 952.27 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 485.57 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 15000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 1710.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 110 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 2.1/0.7 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

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

2. TRAVERSING I-BEAM 강도계산

2-1) I 600 x 190 x 13t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 6.000 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

$$P = W \times L = 798.00 \text{ KG}$$

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

$$Mg1 = \frac{P \times L \times \phi}{8} = 682.29 \text{ KG.m}$$

* 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 31431.51 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 32113.80 \text{ KG.m} = 3211380.00 \text{ KG.Cm}$$

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 ²) | 풍력 계수 C | 속도압 q (kg/m ²) | 풍하중 W (KG) | |
|---------|-----------------------------|------------|-------------------------------|---------------|-------------------|
| I-BEAM | 3.60 | 1.40 | 22.69 | 114.36 | => 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

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 85.77 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 24.86 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 110.62 \text{ KG.m} = 11062.35 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 979.08 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 42.71 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1021.79 \text{ KG/Cm}^2$$

$$1021.79 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.011 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.364 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1601.046 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 6.000 M
- * I-BEAM 600 x 190 x 13t
- * 정격하중(Q) = 15000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 1710.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 798 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 169.40 Cm²
- * BOLT = M16 (H.T BOLT 재질: F10.9T)
- * BOLT 수량(Z) = 12 EA
- * 나사의 외경(d1) = 1.6 Cm
- * 나사의 골지름(d0) = 1.3835 Cm
- * 나사의 산수(N) = 8 산
- * 용접각장 (h) = 1 Cm
- * 용접길이 (C) = 25 Cm
- * H.T BOLT 항복응력 (σ_e) = 90.00 KG/mm²
- * H.T BOLT 허용인장응력 (σ_t) = σ_e / 1.5 = 60 KG/mm²
= 6000 KG/Cm²
- * H.T BOLT 허용전단응력 (τ) = σ_t / √3 = 3464 KG/Cm²

1) 부재의 응력계산

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 103.35 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 971.02 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2)N \times Z} = 359.68 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 971.02 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 495.13 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$