

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 373.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 8.1/2.7 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14, 21/7 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 200 x 100 x 7t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 3.000 M
- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
 - * A = 33.06 Cm² * W = 26.00 KG/M
 - * Ix = 2170 Cm⁴ * Iy = 138 Cm⁴
 - * Zx = 217 Cm³ * Zy = 27.7 Cm³

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 2231.81 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 2265.15 \text{ KG.m} = 226515.15 \text{ KG.Cm}$$

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 ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	0.60	1.60	22.69	21.78	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* 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

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 7.40 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 15.57 \text{ KG.m} = 1557.20 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 1043.85 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 56.22 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1100.07 \text{ KG/Cm}^2$$

1100.07 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.293 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 1003.572 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 3.000 M
- * I-BEAM 200 x 100 x 7t
- * 정격하중(Q) = 2000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 373.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 78.00 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 33.06 Cm²
- * 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_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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 74.14 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 407.81 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) \times N \times Z} = 151.06 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 407.81 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 353.64 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 373.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 8.1/2.7 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14, 21/7 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 250 x 125 x 7.5t (SUPPORT LENGTH(L) : MAX 5.000 M
- * 재질 : SS400 * 허용 휨 응력 : 1200KG/Cm²
 - * A = 48.79 Cm² * W = 38.30 KG/M
 - * Ix = 5180 Cm⁴ * Iy = 337 Cm⁴
 - * Zx = 414 Cm³ * Zy = 53.9 Cm³

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

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 3719.68 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 3856.12 \text{ KG.m} = 385612.13 \text{ KG.Cm}$$

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 ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	1.25	1.70	22.69	48.22	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 30.14 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 12.34 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 42.48 \text{ KG.m} = 4247.55 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 931.43 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 78.80 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 1010.23 \text{ KG/Cm}^2$$

1010.23 KG/Cm² < 1400x0.8 = 1120KG/Cm² ----- O.K.

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.568 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 837.881 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 5.000 M
- * I-BEAM 250 x 125 x 7.5t
- * 정격하중(Q) = 2000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 373.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 191.50 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 48.79 Cm²
- * 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_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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 52.56 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 426.69 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) \times N \times Z} = 158.05 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 426.69 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 370.02 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 373.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 8.1/2.7 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14, 21/7 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 7.500 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

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

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

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

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 5579.52 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 6104.54 \text{ KG.m} = 610453.97 \text{ KG.Cm}$$

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	2.25	1.70	22.69	86.79	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 81.37 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 18.51 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 99.88 \text{ KG.m} = 9987.76 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 719.03 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 84.64 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 803.67 \text{ KG/Cm}^2$$

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

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I x} = 0.782 \text{ Cm}$$

∴ 1 / 849.184 < 1 / 800 ----- O.K. !!

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 7.500 M
- * I-BEAM 300 x 150 x 10t
- * 정격하중(Q) = 2000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 373.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 491.25 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 83.47 Cm²
- * 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_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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 34.31 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 476.57 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) \times N \times Z} = 176.53 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 476.57 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 413.27 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 373.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 8.1/2.7 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 21, 14, 21/7 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 12.000 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

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

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

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

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 8927.23 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 11287.03 \text{ KG.m} = 1128702.60 \text{ KG.Cm}$$

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	5.40	1.70	22.69	208.31	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.69	9.80	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 312.46 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 29.61 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 342.07 \text{ KG.m} = 34207.28 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 520.14 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 148.08 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 668.22 \text{ KG/Cm}^2$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

$$\delta 1 = \frac{5 \times P \times L^3}{384 \times E \times I \times} = 0.3030 \text{ Cm}$$

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I \times} = 0.834 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1055.787 < 1 / 800 \text{ ----- O.K. !!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 12.000 M
- * I-BEAM 450 x 175 x 13t
- * 정격하중(Q) = 2000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 373.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 1380.00 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 146.1 Cm²
- * 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) = 8 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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 25.69 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 624.44 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times (d1^2 - d0^2) \times N \times Z} = 231.30 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d0^2 \times Z} = 624.44 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 473.82 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$

I-BEAM 강도계산서

1. 사양 & 계산 기준

- * 정격 하중 (Q1) = 2000.00 KG
- * HOIST 자중(W1)= 373.00 KG
- * 작업 계수 (φ) = 1.14
- * 충격 계수 (ψ) = 1.10
- * HOOK BLOCK WEIGHT (W2) = 5 KG
- * HOISTING SPEED (V) = 8.1/2.7 M/MIN
- * TRAVERSING SPEED (V1) = 21 , 14 , 21/7 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 15.000 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

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

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

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

- * 동하중에 의한 BENDING MOMENT

$$Mg2 = \frac{\phi \times \psi \times (Q1 + W1) \times L}{4} = 11159.03 \text{ KG.m}$$

- * 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv1 = Mg1 + Mg2 = 15423.35 \text{ KG.m} = 1542334.50 \text{ KG.Cm}$$

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 ²)	풍력 계수 C	속도압 q (kg/m ²)	풍하중 W (KG)	
I-BEAM	9.00	1.70	22.69	347.16	=> W ₁
HOIST	0.36	1.20	22.60	9.76	=> W ₂
HOOK 부분	0.003	1.20	22.69	0.07	=> W ₃

* I-BEAM에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg5 = \frac{W_1 \times L}{8} = 650.92 \text{ KG.m}$$

* HOIST에 풍하중을 받을 때 BENDING MOMENT

$$Mg6 = \frac{(W_2 + W_3) \times L}{4} = 36.87 \text{ KG.m}$$

* 합성 BENDING MOMENT

$$\Sigma Mv3 = Mg5 + Mg6 = 687.79 \text{ KG.m} = 68778.66 \text{ KG.Cm}$$

2-4) 응력 산출

<작업시>

* 하중에 의한 응력

$$\sigma 1 = \frac{Mv1}{Zx} = 470.22 \text{ KG/Cm}^2$$

* 풍하중에 의한 응력

$$\sigma 2 = \frac{Mv3}{Zy} = 265.55 \text{ KG/Cm}^2$$

* 합성응력

$$\sigma A = \sigma 1 + \sigma 2 = 735.78 \text{ KG/Cm}^2$$

$$735.78 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \times 0.8 = 1120 \text{ KG/Cm}^2 \text{ ----- O.K.}$$

* I-BEAM 용접 효율 80% 적용

2-5) DEFLECTION 산출

* 자중에 의한 처짐

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

* 이동하중에 의한 처짐

$$\delta 2 = \frac{(Q1 + W1) \times L^3}{48 \times E \times I_x} = 0.807 \text{ Cm}$$

$$\therefore 1 / 1217.810 < 1 / 800 \text{ ----- O.K.!!}$$

>> BRACKET 및 BOLT 강도계산 <<

- * SUPPORT LENGTH (L) = 15.000 M
- * I-BEAM 600 x 190 x 13t
- * 정격하중(Q) = 2000 KG
- * HOIST 자중(W1) = 373.00 KG
- * I-BEAM 자중(W2) = 1995 KG
- * PLATE 단면적 (A) = 169.40 Cm²
- * 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_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

$$\sigma_T = \frac{Q + W1 + W2}{A} = 25.79 \text{ KG/Cm}^2 < 1400 \text{ KG/Cm}^2$$

2) BOLT의 강도계산

$$\sigma_t = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 726.77 \text{ KG/Cm}^2 < 6000 \text{ KG/Cm}^2$$

3) 너트의 접촉응력

$$\sigma_P = \frac{Q + W1 + W2 \times 4}{\pi \times (d_1^2 - d_0^2) N \times Z} = 269.20 \text{ KG/Cm}^2 < 400 \text{ KG/Cm}^2$$

4) BOLT의 전단응력

$$\tau = \frac{(Q + W1 + W2) \times 4}{\pi \times d_0^2 \times Z} = 726.77 \text{ KG/Cm}^2 < 3464 \text{ KG/Cm}^2$$

5) 용접부의 응력계산

$$\sigma = \frac{0.707 \times (Q + W1 + W2)}{h \times C} = 441.17 \text{ KG/Cm}^2 < 560 \text{ KG/Cm}^2$$