

第 4 章 安全率および許容応力度

4.1 一 般

鋼構造物および仮設構造物の架設の設計にあたっては、架設の時期、期間、場所、架設工法および本体構造物の特性を考慮し、安全に架設できるように設計しなければならない。

【解 説】 鋼構造物の架設は、架設中の各段階において十分な安全が確保されていることが必要である。

架設中の安全は、予想した荷重の精度、仮設構造物、仮設機材の品質等と密接な関連を有する。

実際に作用する荷重は、架設の時期、期間、場所、架設工法等によって予想した荷重と大きく異なることもあるので、部材の設計または照査を行うにあたっては、適切な余裕を考慮しておくことも重要である。

仮設構造物、仮設機材の品質は、一般に架設設計を行う場合に欠陥のない健全な部材を想定することから、常に部材には損傷、変形等がないように管理するか、または使用にあたっては損傷、変形がないことを確かめる必要がある。

架設時には、本体構造物と仮設構造物を設計計算上同等の設計基準値で扱うことにしているが、これは仮設構造物の耐力も本体構造物に扱ふことにするとともに、仮設構造物の品質も十分な配慮がなされるべきことを意味している。

本体構造物は、完成系として設計されているのが一般的である。しかし、構造物によっては、架設中の段階では外力の作用状態が著しく異なり、場合によっては部材に作用する力の方向が逆転することもある。

このような本体構造の架設を行うにあたっては、架設の各段階ごとに本体構造物の照査を行い、その安全を確認する必要がある。

4.2 安全率の標準

架設中の本体構造物および仮設構造物の設計にあたっては、次に示す値を安全率の標準とするのがよい。

鋼材の降伏点（または耐力）に対して……………	1.35
ワイヤーロープの切断荷重に対して	
主索およびその後方索については……………	2.0
吊索、ひかえ索については……………	4.0
巻上げについては……………	5.0
引出し、おしみについて……………	2.0
コンクリートの圧縮強度に対しては	
曲げ圧縮については……………	2.4
支圧については……………	2.0

基礎の極限支持力に対して…………… 2.4

アンカーブロック等に対して

浮上りについては…………… 1.2

滑動については…………… 1.5

ただし、架設中に生じる最も厳しい载荷条件を再現することが可能で、実物载荷試験を行い耐荷力が確認できた場合または設計荷重の载荷の確率がきわめて少ない場合は、この安全率を更に低減することが可能であり、設計荷重の载荷する確率が大きく、かつ架設中に重大な事故となる可能性がある場合は、この安全率の値を大きくとるのがよい。

【解 説】 安全率の標準は、一般的に弾性理論に基づく柱、はり、補剛された板などからなる剛性の高い構造物の架設に対する安全率の標準的な値を示したものである。

また、この安全率は、従来から経験的に用いられている道路橋示方書（鋼橋編）に示されている本体構造物に関する許容応力度（安全率 1.7）の 25 % 増、つまり降伏点（耐力）に対して 1.35 を標準としている。

したがって、ここで標準とした安全率を用いて架設するには、仮設構造物であっても次のような事項に留意する必要がある。

- 1) 部材に変形や損傷がないこと。
- 2) 設計上の配慮が本体構造物と同様の精度で行われていること。
- 3) 溶接部の施工管理、リベット、高力ボルトの施行管理が本体構造物と同程度であること。

これらの条件が満足できないときには、個々の条件に応じて安全率を増して用いるのは当然である。

- 4) 鋼材の安全率は、鋼道路橋の架設時の許容応力度の割増し 25 % を考慮することにより $1.7 / 1.25 \div 1.35$ とした。
- 5) ワイヤロープの安全率は、「クレーン等各構造規格の解説（以下、クレーン等各構造規格という）」によるもののほか、ワイヤロープの用途により、荷重の算定精度、疲労等の影響を考慮のうえ、これまでの実績に基づいて定めた。
- 6) コンクリートの安全率は、コンクリートの圧縮強度に対して 2.4 とした。これはコンクリートの通常時の安全率 3 に対し許容応力度の割増しを 25 % 見込んだもので、鋼材の引張強さに対する余裕と同等以上の余裕をコンクリートの圧縮強度について求めたものである。
支圧に対しては、曲げ圧縮と同様と考えることができるが、ここでは载荷状況を考慮して 2.0 とした。
- 7) 基礎の地耐力は、極限支持力に対して常時 3.0 程度にとることが多い。したがって、ここでもコンクリートと同様に鋼材に合せて 2.4 を用いた。
- 8) アンカーブロック等の設計に関しては、通常、浮上り、滑動に対して計算するものとし、安全率をそれぞれ 1.2、1.5 とした。

ここに示した安全率の標準は、主として従来より多くの経験と実績をもつ鋼構造である鋼道路橋に基づいて定めたものであり、海洋構造物等で、荷重算定の精度、荷重の性質等に他の要素が含まれる場合には、その安全率は別途、慎重に定める必要がある。

4.3 許容応力度

本体構造物および仮設構造物の架設計算は許容応力度法により行うのがよい。

なお、架設時の鋼構造物の応力度は、材料の降伏点ならびに座屈応力度を越えないものとする。

【解説】 本体構造物の架設および仮設構造物の設計計算は、許容応力度法により行うことを前提とした。許容応力度法以外の方法で設計を行う場合は、設計の基準値は別途に定める必要がある。

架設時の許容応力度の値の参考として、道路橋示方書に示されている許容応力度を 25%割増した値を次に示す。

(1) 架設時荷重に対する構造用鋼材の許容応力度

表 4.3.1 構造用鋼材の許容応力度 (kg/cm²)

応力の種類	鋼種 SS 41, SM 41, SMA 41	SS 50	SM 50	SM 50 Y, S M 53, SMA 50	SM 58, SMA 58
1 軸方向引張応力度 (純断面積につき)	1750	2125	2375	2625	3250
2 軸方向圧縮応力度 (総断面積につき)	a) $\frac{l}{r} \leq 20$ 1750 b) $20 < \frac{l}{r} \leq 93$ 1750-105($\frac{l}{r}-20$) c) $93 \leq \frac{l}{r}$	a) $\frac{l}{r} \leq 17$ 2125 b) $17 < \frac{l}{r} \leq 86$ 2125-14.1($\frac{l}{r}-17$) c) $86 \leq \frac{l}{r}$	a) $\frac{l}{r} \leq 15$ 2375 b) $15 < \frac{l}{r} \leq 80$ 2375-16.3($\frac{l}{r}-15$) c) $80 \leq \frac{l}{r}$	a) $\frac{l}{r} \leq 14$ 2625 b) $14 < \frac{l}{r} \leq 76$ 2625-18.8($\frac{l}{r}-14$) c) $76 \leq \frac{l}{r}$	a) $\frac{l}{r} \leq 14$ 3250 b) $14 < \frac{l}{r} \leq 67$ 3250-26.3($\frac{l}{r}-14$) c) $67 \leq \frac{l}{r}$
l : 各章で規定する有効座屈長(cm)					
r : 部材総断面積の断面2次半径(cm)	$\frac{15\,000\,000}{6700 + (l/r)^2}$	$\frac{15\,000\,000}{5700 + (l/r)^2}$	$\frac{15\,000\,000}{5000 + (l/r)^2}$	$\frac{15\,000\,000}{4500 + (l/r)^2}$	$\frac{15\,000\,000}{3600 + (l/r)^2}$
3 曲げ応力度 (1) 桁の引張縁 (純断面積につき) (2) 桁の圧縮縁 (総断面積につき) i) I形断面, U形断面 i) $A_w/A_c \leq 2$ ii) $A_w/A_c > 2$ ($K = \sqrt{3 + \frac{A_w}{2A_c}}$) ただし $\frac{l}{b} \leq 30$	1750	2125	2375	2625	3250
	a) $\frac{l}{b} \leq 4.5$ 1750 b) $4.5 < \frac{l}{b} \leq 30$ 1750-30($\frac{l}{b}-4.5$) c) $K\frac{l}{b} \leq 9$ 1750 d) $9 < K\frac{l}{b}$ 1750-15($K\frac{l}{b}-9$) ただし $\frac{l}{b} \leq 30$	a) $\frac{l}{b} \leq 4.3$ 2125 b) $4.3 < \frac{l}{b} \leq 30$ 2125-40($\frac{l}{b}-4.3$) c) $K\frac{l}{b} \leq 8.6$ 2125 d) $8.6 < K\frac{l}{b}$ 2125-20($K\frac{l}{b}-8.6$) ただし $\frac{l}{b} \leq 30$	a) $\frac{l}{b} \leq 4.0$ 2375 b) $4.0 < \frac{l}{b} \leq 30$ 2375-47.5($\frac{l}{b}-4.0$) c) $K\frac{l}{b} \leq 8$ 2375 d) $8 < K\frac{l}{b}$ 2375-23.8($K\frac{l}{b}-8$) ただし $\frac{l}{b} \leq 30$	a) $\frac{l}{b} \leq 3.5$ 2625 b) $3.5 < \frac{l}{b} \leq 27$ 2625-55($\frac{l}{b}-3.5$) c) $K\frac{l}{b} \leq 7$ 2625 d) $7 < K\frac{l}{b}$ 2625-27.5($K\frac{l}{b}-7$) ただし $\frac{l}{b} \leq 27$	a) $\frac{l}{b} \leq 3.0$ 3250 b) $3.0 < \frac{l}{b} \leq 25$ 3250-80($\frac{l}{b}-3.0$) c) $K\frac{l}{b} \leq 6$ 3250 d) $6 < K\frac{l}{b}$ 3250-40($K\frac{l}{b}-6$) ただし $\frac{l}{b} \leq 25$
2) 箱形断面	1750	2125	2375	2625	3250
4 せん断応力度 (総断面積につき)	1000	1250	1375	1500	1875
5 支圧応力度 (1) 球面支承または線支承をヘルツ式で計算する場合 (2) 鋼板と鋼板	7500 2625	8750 3125	8750 3500	3875	4875

ここに、 A_w : 腹板の総断面積 (cm²)、 A_c : 圧縮フランジの総断面積 (cm²)、 l : フランジ固定点間距離 (cm)、 b : 圧縮フランジの幅 (cm)

(2) 架設時荷重に対する溶接部の許容応力度

表 4.3.2 溶接部の許容応力度

溶接の種類		応力の種類	許容応力度 (kg/cm ²)			
			SS 41 SM41 SMA 41	SM50	SM50Y SM53 SMA 50	SM58 SMA 58
工場溶接	グループ溶接	圧縮	1750	2375	2625	3250
		引張	1750	2375	2625	3250
		せん断	1000	1375	1500	1875
	すみ肉溶接	せん断	1000	1375	1500	1875
現場溶接		それぞれの場合について上記の 90 %とする				

強度の異なる鋼材を接合するときは、強度の低い方の鋼材に対する値をとるものとする。

(3) 架設時荷重に対するリベットの許容応力度

表 4.3.3 リベットの許容せん断応力度

リベット材 種類	許容応力度 (kg/cm ²)	
	SV 34	SV 41A
工場リベット	1375	1875
現場リベット	1250	1625

表 4.3.4 リベットの許容支圧応力度

鋼 種 リベット材 種類	許容応力度 (kg/cm ²)			
	SS 41 SM41 SMA 41	SS 50	SM50 SM50Y SM53 SMA 50	SM58 SMA 58
	SV 34 , SV 41A	SV 41A	SV 41A	
工場リベット	3000	3500	4000	
現場リベット	2625	3125	3500	

(4) 架設時荷重に対する高力ボルトの許容応力度

表 4.3.5 摩擦接合の高力ボルトの許容応力度

摩擦接合用ボルト 応力の種類	許容応力度 (kg/cm ²)		
	F 8 T	F 10 T	F 11 T
せん断応力度	1250	1562	1625

(5) 架設時荷重に対するアンカーボルト・ピン・仕上げボルトの許容応力度

表 4.3.6 アンカーボルト等の許容応力度 (kg/cm²)

応力の種類	鋼材の種類	鋼 種		
		SS 41 SM41	SS 50 S 30 C	SM50 S 35 C
せん断応力度	アンカーボルト	750	875	1000
	ピン	1250	1500	1750
	仕上げボルト	1125	1350	1500
曲げ応力度	ピン	2375	2875	3250
支圧応力度	仕上げボルト	2625	3125	3500
	ピン 1)	2625	3125	3500
	ピン 2)	1312	1562	1750

1) 回転を伴わない場合の許容応力度

2) 回転を伴う場合の許容応力度

4.4 荷重の組合せと許容応力度の割増しの標準

架設時の鋼構造物の安全性の照査は、第3章に規定する各荷重の組合せに対して行うものとし、この場合の許容応力度の割増しは、表 4.4.1 に示す値を標準とするのがよい。

表 4.4.1 許容応力度の割増し係数の標準

荷 重 の 組 合 せ	割増し係数の標準
(1) $P_0 + H_0 + T + F + U + S$	1.0
(2) $P_0 + H_0 + T + I + F + U + S$	1.1
(3) $P_0 + W + T + F + U + S$	
(4) $P_0 + E_Q + T + F + U + S$	1.3

【解説】 ここで示した値は、それぞれの荷重が精度よく算定される場合を想定して定めたものであり、荷重の算定は十分な精度で行わなければならない。特に地震荷重については、荷重の大きさの推定は難しく、作用する最大荷重の大きさが不明確であるので荷重の大きさの算定には十分な配慮が必要である。

架設中の本体鋼構造物の安全性の照査は、同時に作用する可能性の強い荷重の組合せのうち、構造物および各部材に不利な影響を与える組合せについて行わなければならない。

荷重の組合せの中にはまれにしか作用しない荷重等、頻度の異なる荷重も含まれているので、3.2 に示す荷重の組合せについて、

- 1) 荷重の大きさは明確であり、確実に作用するもの。
- 2) 荷重の大きさの推定は比較的容易であるが、設計で想定する最大荷重が作用する頻度はそれほど大きくないもの。
- 3) 荷重の大きさの推定は難しく、設計で想定する最大荷重が作用する頻度がきわめて小さいもの。

の3種類に分類し、許容応力度の割増しの標準を示した。

許容応力度の割増しの標準をそれぞれ 1.0, 1.1, 1.3 としたが、この数値は鋼構造物の完成後の許容応力度に対する割増し率で表わせばそれぞれ 1.25, 1.38, 1.63となる。