

補剛板設計の国内規準と欧州規準の比較

新日本技研(株) 本社・設計部 正会員 ○宮路 健太郎 , 同・東京支社・設計部 非会員 小菅 匠
同・東京支社・設計部 正会員 伊東 賢 , 同・東京支社・設計部 正会員 徳力 健

1. はじめに

限界状態設計法を基本とした EC3 の策定が 2003 年には完了し実施の段階に入っている。ただし、国それぞれで細部の設計断面算定の段階では各国独自の取り扱いが行われているようである。鋼橋の重要な構造要素である補剛板を例にとると、EC3 は DIN FB 103¹⁾ に有効断面法 (Verfahren: Effektiver Querschnitt) として取込まれているが一般的使用は制限され、通常は全断面法 (Verfahren: Gesamtquerschnitt) が用いられているようである。これらでは座屈照査の形を採っているが、英国標準 (BS²⁾) は応力照査で安全性を評価している。ただし、道示にはない長柱形挙動 (Knickstabähnliches Verhalten, Column-like behavior) という概念を何れも取り込んでいる点で共通している。我国でも限界状態設計法への準備がなされていると考えるが、補剛板の設計を次の 3 つの欧州規準について道示 との比較を行ってみた。

規準 A : DIN FB 103¹⁾における有効断面法

規準 B : DIN 18800 Teil 3

規準 C : BS 5400-3²⁾

まず道示 で補剛板の設計を行い，それを欧州の方法で照査するという形で以下に報告を行う．

2. 国内規準による補剛板の設計例題

比較の基準とする道示 による補剛板の設計例題を図-1に示す。箱桁に曲げモーメントのみが作用する状態を対象とし、フランジの直応力度は一定 ($\psi = 1$) でせん断応力度は無視できるものとした。母材の板厚は局部座屈が先行しない範囲にある。表-1に作用応力度を示す。

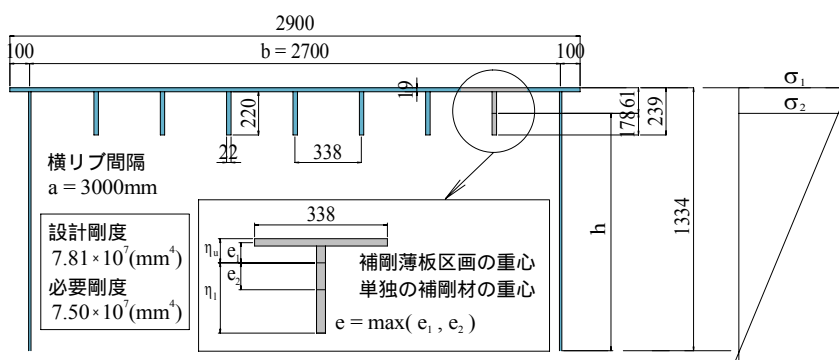


図-1 比較対象の補剛板

3. 欧州規準による終局状態の安全性照査

3.1 照査式

DIN と BS では部分安全係数の定義に細かな違いがあるが、主荷重時に対して両者の照査式は次のように要約できる。

$$S\left(=\gamma_f \cdot \sum_i \gamma_{fL,i} \cdot Q_{k,i}\right) < R (=R_n/\gamma_m)$$

ここに、 Q_k = [作用の特性値]、 R_n = [材料強度と構造要素諸元から決まる抵抗の特性値]、 γ_f = [荷重評価の不確実性に対する部分安全係数]、 γ_{fl} = [荷重係数(作用に対する部分安全係数)]、 γ_m = [材料強度と強度評価に対する部分安全係数]であり、それぞれの部分安全係数の値を表-2に示す。ただし、BSの死荷重に対する荷重係数は細分化されているが、ここでは死荷重全体に $\gamma_{fl} = 1.2$ を適用する。

表-1 基本の応力度

	死荷重	活荷重	合 計
σ_1	142.0	67.2	209.2
σ_2	135.5	64.1	199.6

表-2 部分安全係数一覽表

部分安全係数			BS	DIN
γ_{fl}	死荷重	鋼 重	1.05	1.35
		舗 装	1.75	
		その他	1.20	
	活荷重		1.50	1.50
γ_f	荷重評価の不確実性		1.15	1.00
γ_m	材料強度と強度評価		1.20	1.10

キーワード 補剛板，欧州規準，限界状態設計法

連絡先 〒105-0014 東京都港区芝 2-1-23 新日本技研(株)本社 TEL03-3453-4321

規準 B に関しては省略するが、概略の計算フローを規準 A について図-2に、規準 C については図-3に示す。規準 A, B は座屈照査形の規準であり、終局強度は補剛板の寸法諸元と材料性能から算定され、 $\psi=1$ のとき作用応力は関与しない。これに対して規準 C は応力度照査形であり、終局強度は σ_{su} に作用応力がかかわる。

また、規準 A と B では終局の照査は 1 項目であるが、規準 C では複数項目ある(図-3では一部を省略し、主要なもののみ示した)。

3.2 補剛板の照査結果

表-3に、表-1の応力度に荷重係数と部分安全係数を乗じた終局限界の作用応力度を示す。これと補剛板の寸法諸元および材料性能をもとに各規準に沿って安全性の照査を行った結果を表-4に示す。

規準 B では安全性が満足されたが、規準 A と C では 14%~19%ほど作用値が抵抗値を上回る結果となった。

4. 結論

補剛板の設計を複数の規準について、比較検討した。適用する規準によっては、道示で満足される断面でも、照査が満足されないことが分かった。今後、規準の違いが、照査結果に与える影響をさらに検討する。

参考文献

- 1) DIN-Fachbericht 103 Stahlbrücken, 2002.3
- 2) British Standard 5400-3, 2000.8
- 3) B.Johansson, et al.: Die Behandlung des Beulens bei dünnwandigen Stahlkonstruktionen in ENV 1993-Teil 1.5(Eurocode 3-1-5), Stahlbau 68, 1999, Heft.11
- 4) Leitfaden zum DIN Fachbericht 103 Stahlbrücken
- 5) S.Chatterjee: The Design of Modern Steel Bridges Second Edition, Blackwell, 2003

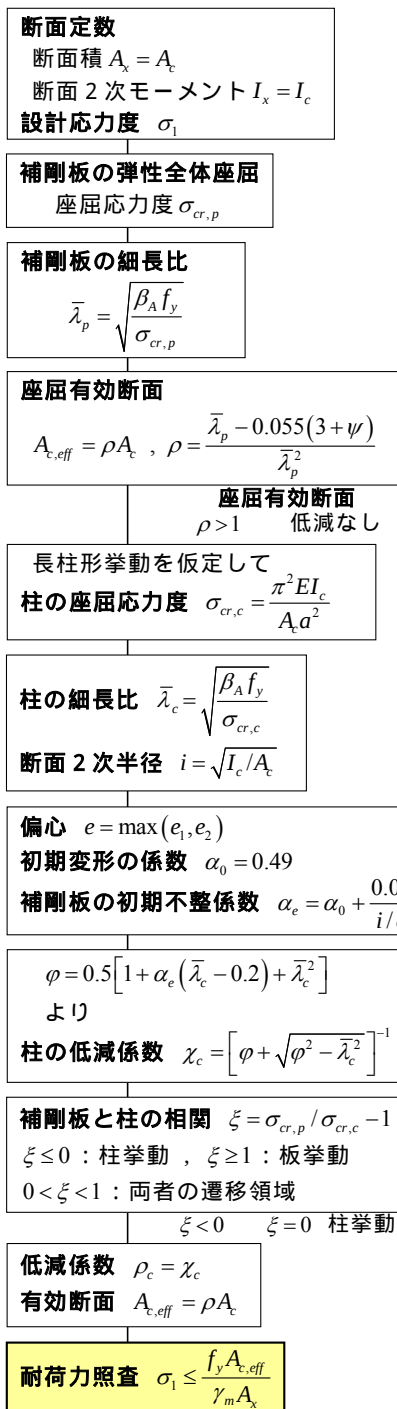


図-2 規準 A の概略フロー

表-3 終局限界の作用応力度 (N/mm²)

	BS	DIN
σ_1	271.2	292.5

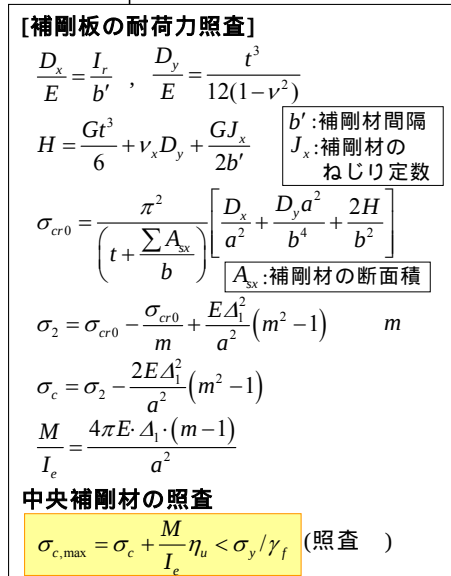
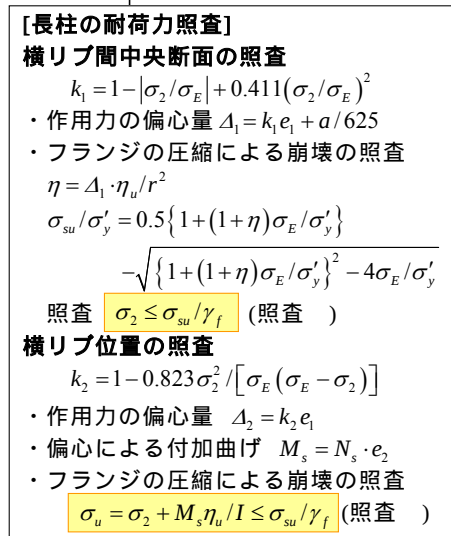
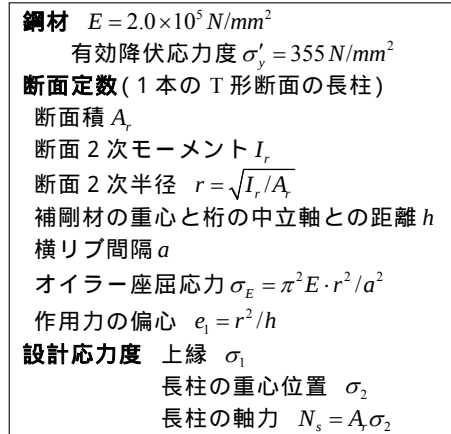


図-3 規準 C の概略フロー

表-4 照査結果一覧表 (N/mm²)

適用規準	A	B	C		
			照査	照査	照査
S (作用値)	292.5	292.5	297.6	311.1	337.0
R (抵抗値)	256.6	322.7	262.1	262.1	295.8
比率 (S/R)	1.14	0.91	1.14	1.19	1.14
S < R	OUT	OK	OUT	OUT	OUT