

# 1. はじめに

鋼管構造は陸上構造物として橋梁、水管橋、鉄塔、煙突、高架水槽、球形タンクの支持構造、走行クレーン等、また河海構造物としては石油土層削設備、海上作業台、さん橋、ダムの取水塔など多くの構造物に採用されているが、これら鋼管構造物の代表的な格点構造には鋼管同士を直接溶接で接合する SIMPLE JOINT (無補強の継手と言ふ) と補強継手が一般に多用されている。

本報告書では主として図1.1に示すような無補強の X, T, Y, K 継手(分岐継手とも言う)を対象に格点部耐力の評価方法、実験式、設計基準等について調査した結果を報告する。なおこれら SIMPLE JOINT 以外にも補強リブ等何等かの補強策を用いた継手についても若干の例について説明することにする。

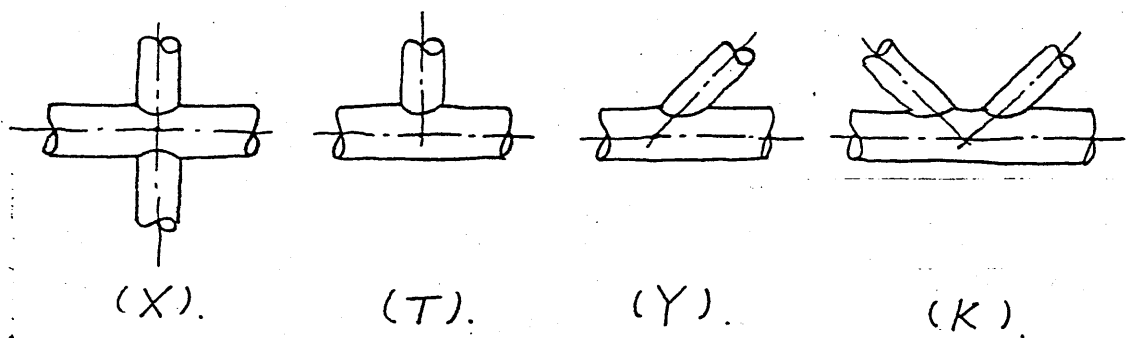
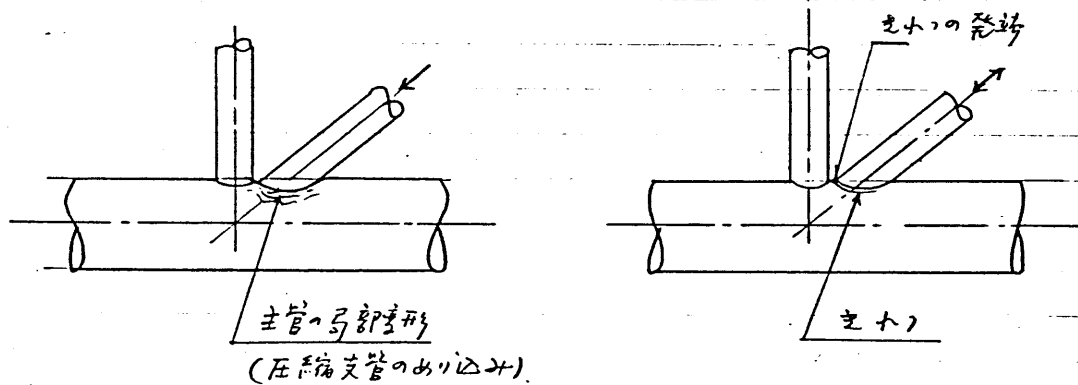


図1.1 鋼管構造の継手例

格点部はトラス構造の接点として静的、動的な荷重を受け支管からの力の主管壁に加わる。この格点部の破壊性状は引張と圧縮によって異なるが支管が引張力を受ける場

合の局部変形耐力は圧縮力を受ける場合よりも入まくなる。

図-1.2に示すように主管に圧縮と引張両支管が接合された継ぎでは、圧縮支管溶接部の主管管壁の局部変形が支配的となる。一方繰返し荷重に対しては疲労き裂が発生し破壊する(図1-2参照)。



a). 主管の局部変形

b). 主管の疲労破壊

図-1.2 格点部の破壊状態

この力学的作用の解明については、理論面、実験面から各種の研究が進められているが、合同管構造の接合部は曲面に曲面が接合する複雑な形状であるため、簡単な解析による力学的作用も追跡することは極めて難しく、一般的に実尺もしくは縮小模型実験により耐力を推定する試みが行われている。

格点部の耐力推定に際しては、接合部の1). 最大応力と応力分布、2). 座屈、3). 格点部の耐力等の検討が進められているが、最大応力と応力分布に関しては疲労強度との関係から未だ多くの問題点が残されており、本件に関しては次年度にとりまよめて報告するものとし、本報告では

格点部の耐力についてのみ報告する。

軸方向の圧縮力を受ける一般鋼管部材については既往の研究結果をもとにすでに設計指針が示されているので今回の調査対象からははずすことにした。参考迄に DONNELL<sup>①</sup>の研究ととり入れた日本道路協会『道路橋示方書・同解説』と日本建築学会『塔状鋼構造設計指針・同解説』の許容軸方向圧縮応力度の図表を示す。

○ 道路橋示方書・同解説

鋼管材は SS41 (STK41), SM50 (STK50), SM53, SM58 の 4 種階級に分けて許容圧縮応力度が定められており適用範囲は  $D/T \leq 400$  としている。(比較の便宜上  $R/t$  表示を  $D/T$  表示にかえて示す。D は鋼管の外径、T は板厚を示す)

許容応力の低減を行なう  $D/T$  の境界値は次のように与えられた計算式が示されている。

$$SS41 (STK41) \quad 2^{\sim} \quad 100 < D/T \leq 400$$

$$SS50 (STK50) \quad 2^{\sim} \quad 80 < D/T \leq 400$$

$$SM53 \quad 2^{\sim} \quad 70 < D/T \leq 400$$

$$SM58 \quad 2^{\sim} \quad 50 < D/T \leq 400$$

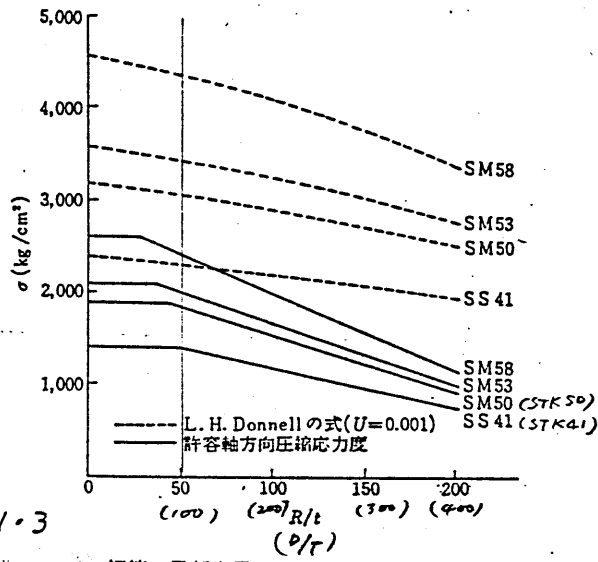


図.1.3

鋼管の局部座屈に対する許容軸方向圧縮応力度

。塔状圧力容器設計指針・同解説

圧力容器の種類は SM41, SM50, SM53, SM58 を対象としている。

D/T の適用範囲の制限はなく、許容応力の仕減を行なう範囲は

$$\frac{240}{F} < \frac{D}{T} < \frac{1400}{F} \text{ のとき } f_e'' = \frac{1.08 - 0.00034 \cdot F \cdot \frac{D}{T}}{1.34 + 0.00065 \cdot F \cdot \frac{D}{T}} \cdot F$$

$$\frac{D}{T} \geq \frac{1400}{F} \text{ のとき } f_e'' = \frac{373}{D/T} \quad \text{と定} \geq 2.13$$

=> F: 降伏点応力 (kg/cm<sup>2</sup>)

図 1.4 は SM41 の場合 (F=2.4 t/cm<sup>2</sup>) を示す

$$100 < \frac{D}{T} < 583.$$

$$\frac{D}{T} \geq 583.$$

また座屈安全率を 1.5 ~ 2.25 と変化させよう。

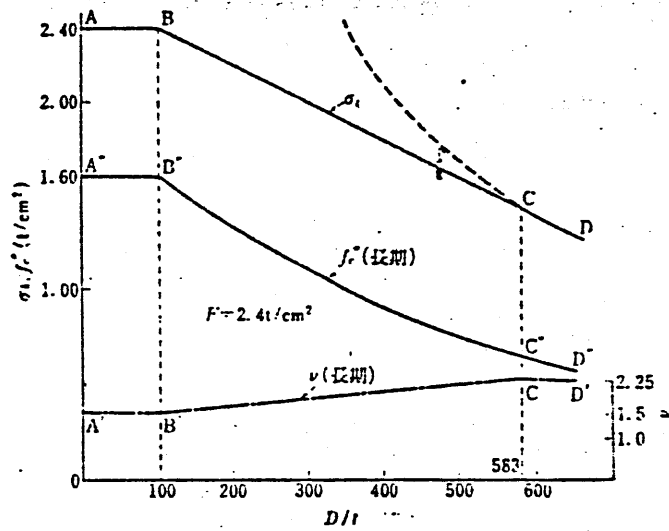


図. 1.4. 鋼管の局部座屈に対する許容軸方向圧縮応力度

• API RP 2A

鋼管は引張強度が 310MPa から 690MPa の範囲のものを使用することとし、 $(1\text{MPa} \doteq 10\text{kgf/cm}^2)$ 。

$D/t \leq 60$  では局部座屈の検討は不要である。

$60 < D/t < 300$  では  $T \geq 6.35\text{mm}$  のときは次式により照査する。

$$F_{xc} = F \left[ 1.64 - 0.23 \left( \frac{D}{T} \right)^{0.25} \right] \leq F_{xe}$$

$$F_{xe} = 0.6 E \cdot T / D$$

ここで  $F$  : 許容応力 (MPa)

$E$  : 鋼管のヤング係数 (MPa)

「道路橋示方書・同解説」「塔状鋼構造設計指針・同解説」

「API RP 2A」の3つについて、許容軸方向圧縮応力度と D/T の関係を1つのグラフに記して比較する (図1.5)。

採りあがる材料は軟鋼 (降伏応力 24 kg/mm<sup>2</sup>) とする。

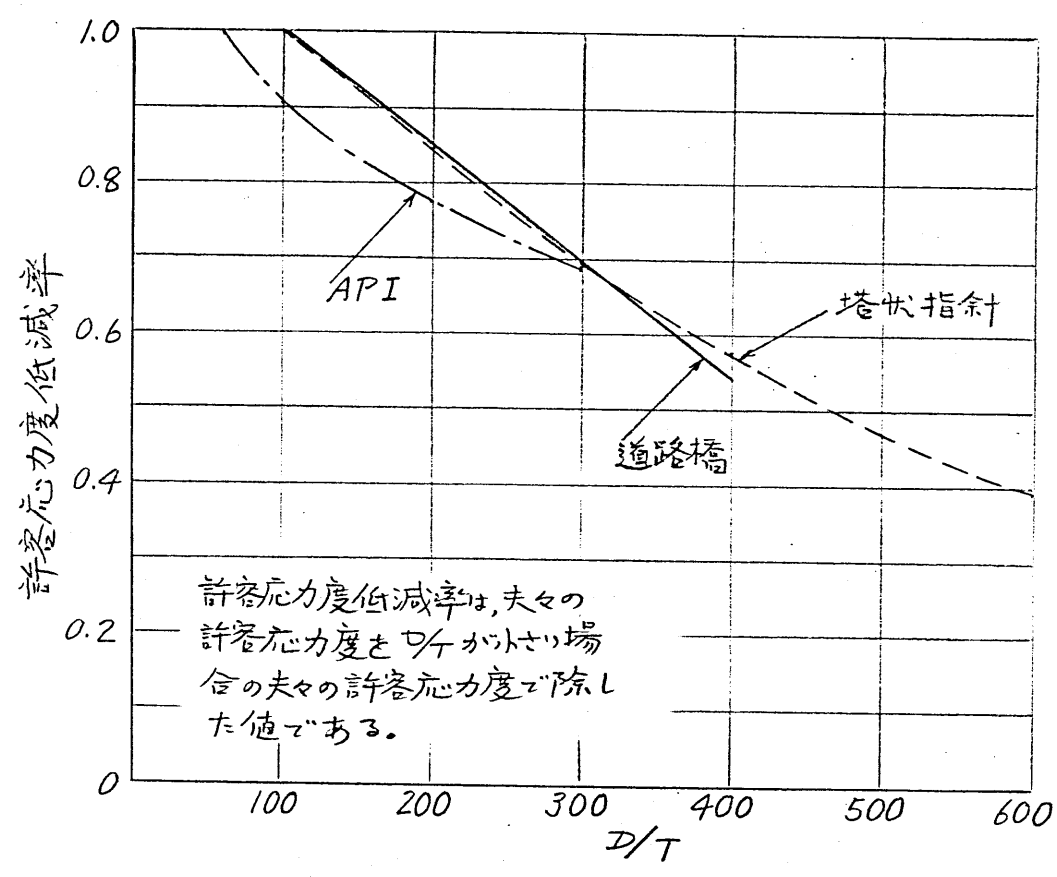


図 1.5 許容軸方向圧縮応力度の比較

——— 道路橋示方書・同解説

$$\begin{cases} D/T \leq 100 & 1400 \text{ kg/cm}^2 \\ 100 < D/T \leq 400 & 1400 - 4.3 \left( \frac{D}{2T} - 50 \right) \end{cases}$$

----- 塔状鋼構造設計指針・同解説

$$\begin{cases} D/T \leq \frac{240}{F} & 1600 \text{ kg/cm}^2 & F: \text{降伏応力 (kg/cm}^2\text{)} \\ \frac{240}{F} < D/T < \frac{1400}{F} & \frac{1.08 - 0.00034 \cdot F \cdot D/T}{1.34 + 0.00065 \cdot F \cdot D/T} \cdot F \\ \frac{1400}{F} \leq D/T & 373/D/T \end{cases}$$

----- API RP 2A

$$\begin{cases} D/T \leq 60 & 1333 \text{ kg/cm}^2 & (\text{安全率 } 1.8 \text{ とす}) \\ 60 < D/T \leq 300 & \frac{F}{1.8} \left[ 1.64 - 0.23 \left( \frac{D}{T} \right)^{0.25} \right] \end{cases}$$