

# チタンクラッド鋼板の終局強度解析

長野工業高等専門学校 学生員 善財 聖也  
長野工業高等専門学校 学生員 阿部由希子  
長野工業高等専門学校 正会員 永藤 壽宮

## 1.はじめに

橋梁の防食対策は現状塗装や亜鉛メッキに頼っている。

本研究対象のチタンクラッド鋼はチタンと鋼を接合した複合材料で、錆びるといふ鋼の弱点を耐食性に優れるチタンで覆ったものである。

チタンクラッド鋼は実用例もあるが、強度部材に含めない2種としての適用に留まり、1種としての適用例はなく、その強度に関する論文も存在しない。

## 2.本研究の目的

チタンクラッド鋼の座屈強度特性について調査し、仮定した残留応力分布による耐荷性状に及ぼす影響について検討し、1種としての適用が可能なかを判断することを本研究の目的とする。

## 3.研究手法

3次元CADソフト「Solid Works」を使用し、モデルを作成しチタンとSS400の材料特性を与え、同解析ソフト「Solid Works Simulation」で解析を行う。作成したモデルに単純圧縮荷重を与え、特異点を計測した際の荷重を座屈荷重とする。

## 4.研究における仮定

・両材料は完全に一体化して挙動する完全合成板とする。

従来の研究成果より界面強度については十分な強度を有する事が確認されている。(1)

・本研究対象のチタンクラッド鋼板は真空圧延法により製作された物とする

・初期不整(初期たわみ、残留応力)の分布は圧延法により製作されたステンレスクラッド鋼と同様とする。(2)

チタンクラッド鋼は複合材料であるため、複合則

を用いて材料特性を定義した。

$$E = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2}{h}$$

$$\sigma_y = \frac{\sigma_{y1} h_1 + \sigma_{y2} h_2}{h}$$

$E_1, E_2$ はそれぞれステンレスおよび鋼の弾塑性  
 $\sigma_1, \sigma_2$ はそれぞれの降伏応力であり、 $h(=h_1 + h_2)$   
はクラッド鋼板の板厚である。

幅厚比パラメータとして次の値を用いた。

$$R = \frac{a}{\pi h} \sqrt{\frac{\sigma_y h^3}{kD}}$$

## 5.解析における初期不整

・初期たわみ

初期たわみは参考文献2より次の値を用いた。

$$W_0 = \frac{a}{150} \times \sin \frac{\pi \times x}{a}$$

クラッド鋼は初期たわみを与える側によって耐荷力が異なる。そこでチタン側に凸の初期たわみを与えた物を「チタン凸」。SS側に初期たわみを与えた物を「SS凸」と表記する。

・残留応力

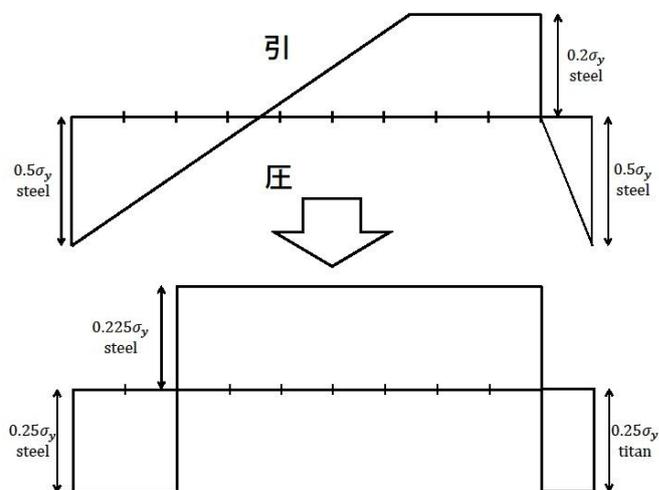


図1 残留応力パターン1

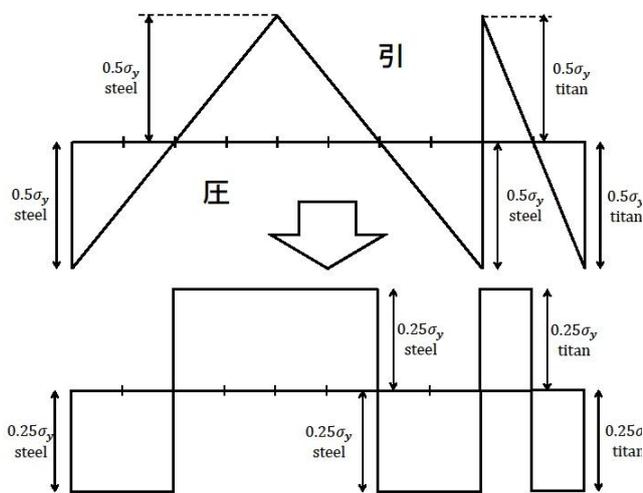


図2 残留応力パターン2

## 6. 研究結果

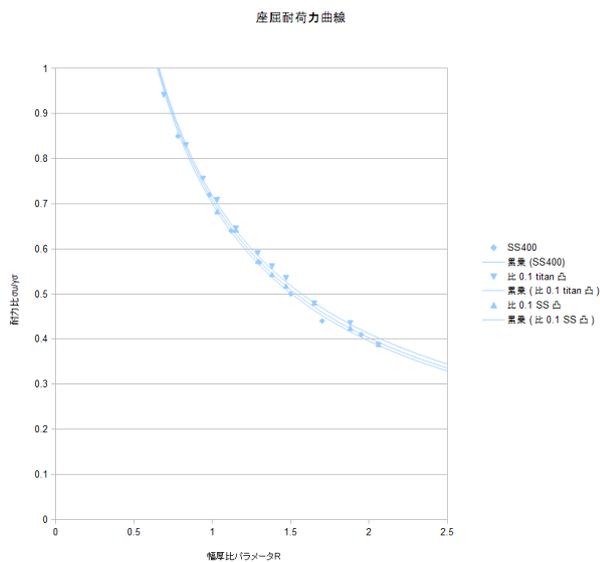


図3 座屈耐力曲線

取得したデータより代表して、クラッド比0.1のチタンクラッド鋼板とSS400単一材の極限強度曲線のデータを載せる。耐荷力比を見るとクラッド鋼板の方が高い値を示しているが、これはクラッド鋼板の降伏応力が複合則を用いているからであり、実際の座屈荷重はSS400単一材の方が優れている。そしてチタン凸とSS凸の場合には

いくらかの耐荷力の差を記録した。SS凸の場合、板の変形の凹側にチタンがあるため、チタンの降伏が早まり板の曲げ剛性が低下して座屈が早まったと考えられる。このことよりチタンクラッド鋼板の耐荷力が初期たわみの方向に影響されることがわかる。

図4に塑性域の進行としてチタン凸の裏側のvonmises応力図を示す。

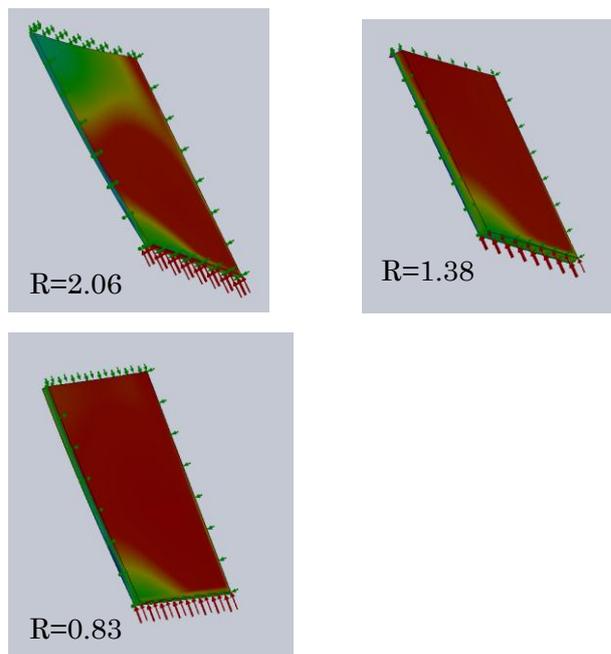


図4 塑性域変遷状況

## 参考文献

- (1) 真空熱間圧延におけるチタンクラッド鋼の接合強度：川並 高雄ほか, 材料とプロセス：日本鉄鋼協会講演論文集 report of the ISIJ meeting 12(2),309, 1999-03-01
- (2) ステンレスクラッド鋼板の圧縮耐荷力と残留応力：藤井堅ほか, 土木学会論文集 No.633/I-49,181-192,1999.10
- (3) 座屈設計ガイドライン改訂第2版：土木学会,2005