

2. 構造安定・耐荷力

とりまとめ：小野 潔 (大阪大学大学院)

論文題目：“接合位置を考慮したアルミニウム合金板の圧縮耐荷力”

著者：大倉一郎，小笠原康二

掲載：Vol.56A, pp. 111-121, 2010年3月

◆討議 [松村政秀 (大阪市立大学大学院)]

- 1) 接合位置が板の端や中央になる場合に，残留応力の分布形状は変化しますが，初期たわみはどのように変化するのでしょうか？
- 2) また，初期たわみの影響はどの程度考慮する必要があるのでしょうか？

◆回答：

- 1) アルミニウム合金 A5083-O 材では接合部の強度低下が起こらないので，MIG 溶接で端部接合される。この場合，初期たわみ形状は鋼材で生じるものと変わらない。A6061-T6 などの 6000 系アルミニウム合金材に対しては，摩擦攪拌接合による中央接合が行なわれる。摩擦攪拌接合による中央接合で生じる初期たわみの計測例が次の文献に記載されているので参照されたい。
「大倉一郎，佐藤純：摩擦攪拌接合を考慮した突起付きアルミニウム合金板の提案，ALST 研究レポート，No. 11, pp.40-54, 2009. http://alst.jp/pdf/ALST_report11.pdf」
- 2) 圧縮板の耐荷力曲線を作成する場合には，アルミニウム合金土木構造物設計・製作指針案において部材精度に対して規定される $b/150$ (b ：板幅) の最大初期たわみを考慮すればよい。前述の文献に，最大初期たわみの計測値はこの規定値より小さいことが報告されている。

論文題目：“無補剛ステンレス鋼圧縮板の座屈照査法”

著者：宮崎靖大，奈良敬

掲載：Vol.56A, pp. 122-134, 2010年3月

◆討議 [藤井堅 (広島大学)]

図-7 のような図は何を意味しているのでしょうか？また，SM 材と SUS 材を対応させて，図-7 のような図を書かれている意図がわかりませんので，説明願います。

◆回答：

- ・図7は，ステンレス鋼圧縮板の終局強度と対象としたステンレス鋼の材料強度に対応関係がある構造用炭素鋼圧縮板の

終局強度を比較して表しています。図の横軸はステンレス鋼圧縮板の終局強度を材料強度で無次元化したものを，縦軸は構造用炭素鋼圧縮板の終局強度を降伏強度で無次元化したものを表しています。

- ・本研究では，ステンレス鋼圧縮板を構造部材に活用する際に，構造用炭素鋼と同様にした強度評価法を提案することとして，構造用炭素鋼の降伏強度に対応する強度が明確でないステンレス鋼の材料強度を 0.1%耐力および 0.2%耐力のいずれを用いた場合が構造用炭素鋼圧縮板と同様の終局強度を有するかを比較するために示した図です。
- ・図7より，ステンレス鋼圧縮板の終局強度は，材料の応力ひずみ関係の違いから，強度に対応関係がある構造用炭素鋼圧縮板の終局強度に比べて，終局強度が材料強度を上回る幅厚比パラメータを有する圧縮板に対して終局強度が優れることを説明するための図としています。

◆討議 [松村政秀 (大阪市立大学)]

- 1) ステンレス鋼は，普通鋼と異なる特徴（応力-ひずみ関係も含む）を有しているので，設計法についても普通鋼との比較にとらわれないで提案できると良いのではないのでしょうか？
- 2) 図-19 などの普通鋼とステンレス鋼の終局強度を比較した図において，ステンレス鋼ではピークが2つ現れていますが，この理由は何でしょうか？図-7 のような図は何を意味しているのでしょうか？また，SM 材と SUS 材を対応させて，図-7 のような図を書かれている意図がわかりませんので，説明願います。

◆回答：

- 1) 討議内容の通り，ステンレス鋼構造部材の設計法は，ステンレス鋼が有する材料特性を有効に活用するための強度評価法などの提案が良策であると考えます。本研究では，ステンレス鋼圧縮板を構造用炭素鋼圧縮板と同様にして強度評価を行う方法およびステンレス鋼の材料特性を有効に活用した強度評価法を明らかにすることを目的としています。ここでは，前者についての強度評価法を示すため，ステンレス鋼圧縮板と構造用炭素鋼圧縮板との強度特性を比較しています。
- 2) ステンレス鋼は，構造用炭素鋼に見られるような明確な降伏棚を有さないラウンドハウス型の応力ひずみ関係を示します。そのため，ステンレス鋼は比例限界を越える領域でひずみの進行とともに応力が徐々に大きくなることに対して，構造用炭素鋼では降伏棚の領域に達すると，ひずみが進行するのみで応力上昇がありません。このような応力ひずみ関係に依存して，ステンレス鋼板に発生する平均圧縮ひずみが材料

強度にはほぼ対応関係にある構造用炭素鋼板の終局強度時平均圧縮ひずみと同一としたときのステンレス鋼板の強度は、構造用炭素鋼板とほぼ同程度となり、1つ目の頻度の高い部分が現れます。また、非弾性域で終局強度を迎える幅厚比が小さい板ではひずみの進行に伴う応力上昇が徐々に発生するステンレス鋼が構造用炭素鋼に比べて有利となって2つ目の頻度がわずかに高い部分が現れるためです。

論文題目：“極厚フランジを有するプレートガーダーの変形能と断面区分”

著者：川見周平，藤井堅

掲載：Vol.56A, pp. 135-144, 2010年3月

◆討議 [松村政秀 (大阪市立大学大学院)]

- 1) 3種類の座屈パターンそれぞれに対応した実験等、今後、どのような実験を実施する予定をされているのでしょうか？
- 2) 3種類の座屈パターンの発生を、解析結果からどのように判別されたのでしょうか？特に座屈パターンが連成する場合、どのように判断されたのでしょうか？

◆回答：

- 1) 特にこれといった実験は予定しておりませんが、極厚フランジを用いたプレートガーダーでは、相対的にウェブが相当薄くなります。したがって、ウェブ幅厚比について、フランジのパラメータとの関連においてなお検討すべきと思っております。また、極厚フランジとウェブの溶接による残留応力の解明（フランジ内の残留応力分布など）も今後の検討課題と思います。
- 2) 解析において、最高荷重後、耐力低下とともに変形が進行します。座屈パターン（崩壊様式）は、かなり変形が進んだ変形状態を目で判断しました。したがって、最高荷重状態では、2つあるいは3つの座屈様式が連成しているかもしれませんが、連成座屈の判断はできておりません。また、荷重-フランジねじれ角曲線（フランジねじれ座屈に対応）、荷重-桁高変化曲線（フランジ垂直座屈に対応）、荷重-フランジ水平変位曲線（フランジ水平座屈に対応）を描いてみましたが、どの変位曲線も最高荷重付近から急増しており、これらのカーブから判断するのは困難でした。

論文題目：“まくらぎ下の上フランジに局部腐食を有する桁の残存耐力”

著者：中山太士，岡本章太，近藤拓也，藤井堅，松井繁之

掲載：Vol.56A, pp. 145-156, 2010年3月

◆討議 [党紀 (愛知工業大学)]

- 1) 最後の実験結果から推測すると、フランジが全部腐食しても耐力は40%程度しか低下しないと理解できますが、これはウェブの影響でしょうか？
- 2) 主応力分布とウェブの面外変位はどのようにして計測されたのでしょうか？

◆回答：

- 1) 上フランジが全部腐食しても耐力の低下度がわずかなのは、ウェブが健全であることや荷重条件が影響していると考えられます。ただし、今回の実験は局所荷重を受ける桁の残存耐力を検討したものであり、実橋梁では、曲げの影響等も受けるため、上フランジの腐食量による耐力の低下度は大きくなります。
- 2) 橋軸方向に等間隔に変位計を設置できる治具を作製して、その変位計によりウェブの面外変位（補剛材とウェブの接合線をゼロとした時の面外変位）を順次計測しました。なお、面外変位は一定の荷重ごとに測定しました。

◆討議 [松村政秀 (大阪市立大学大学院)]

- 1) 鉄道橋ということもあり、桁のまくら木の上にはレールが設置されており、レールの剛性は高いと思われるので、上フランジの板厚が局所的に腐食し桁に局所荷重が作用する状態は実際にあり得るのでしょうか？
- 2) また上フランジの板厚がかなり減少した場合にも桁の耐力の低下は30~40%程度である。この結果を、どのように実設計に反映されるのでしょうか？

◆回答：

- 1) ご指摘のとおり、実現象では局所荷重のみを受けることはないと考えられますが、本研究の最終目標は、局所荷重と曲げが作用した際の耐力低下度を検討することです。そのため、本研究では、その基礎的な研究として、まず局所荷重のみが載荷した場合の耐力について検討しました。
- 2) 局所荷重のみを受ける場合には、まくらぎ下の上フランジの腐食による耐力低下度は小さいことがわかったため、今後は、今回の結果を踏まえて、局所荷重と曲げが作用した際の耐力低下度を検討し、最終的には、まくらぎ下のフランジの腐食による残存耐力を算出できるようにしたいと考えています。

論文題目：“鋼製ラーメン橋脚I形隅角部の弾塑性挙動に関する研究”

著者：美島雄士，宮田亮，小野潔，西村宣男，三好 崇夫

掲載：Vol.56A, pp. 157-168, 2010年3月

◆討議 [松村政秀 (大阪市立大学大学院)]

検討結果に基づくと、フィレットへのダメージが必ず先行するように思われます。フィレットへの損傷をさけるために、設計上、どのようなことに配慮すれば良いでしょうか？

◆回答：現在のところ、フィレットにおいて目標とすべき耐震性能や部材としての限界状態などが明確ではありませんが、レベル1地震時では「力学的特性が弾性域内での挙動」、レベル2地震時では「損傷の修復を容易に行いうる状態」ということが考えられます。フィレットの設計では、どちらの状態についても具体的な評価指標と照査方法の確立が必要となります。つまり、レベル1地震に対しては構造部材としての設計手法の確立、レベル2地震時に対しては許容される損傷程度とその推定方法などが技術的課題として挙げられます。これらの課題については今後検討して行く予定です。

◆討議 [後藤芳顕 (名古屋工業大学)]

本研究では、隅角部が損傷することを前提とされているのでしょうか？仮にそうであれば、設計はかなり複雑になるように思われますが、いかがでしょうか？

◆回答：本研究は、隅角部の耐震性能を明らかにするため、隅角部の損傷プロセスや強度および変形性能の把握などを目的として行ったもので、研究結果によって隅角部に損傷を許容する場合も考えられますが、損傷することを前提としたものではありません。討議内容の隅角部の耐震設計法については、限界状態設計を視野に入れた場合、レベル1地震時に対しては弾性設計、レベル2地震時に対しては鋼製橋脚のように部分的に塑性化を許容する設計が考えられます。ここで、レベル2地震時について塑性化を許容する場合は、隅角部の構造上の重要性を鑑みた塑性化の程度や、また、鋼製橋脚との耐力バランスなどを検討する必要があると考えます。これらを踏まえた設計法は、できるだけシンプルな照査指標で、簡便な照査方法であるのが良いと考えます。