

鋼床版トラフリブ-横リブ交差部のデッキ進展き裂の停留に関する報告

法政大学大学院 学生会員 ○吉田 黎 法政大学 正会員 内田 大介

1. はじめに

鋼床版のデッキプレート(以下、デッキ)とトラフリブの溶接線の溶接ルート部から発生するデッキ進展き裂に対しては、これまで多くの疲労試験が実施されている。その中の一つにトラフリブと横リブの交差部を抽出した試験体の疲労試験がある。この試験体では様々な検討が行われており、デッキ貫通メカニズムに対しては、溶接ルート部から発生したき裂が板厚の8割程度まで進展して停留した後、デッキ上面から発生したき裂と結合することが確認されている。著者らはき裂が停留するまでの寿命に着目し、デッキ厚16mmでスカラップを設けないタイプの疲労試験結果より、鋼材材質、トラフリブ板厚、横リブウェブ厚によらず、1本の疲労強度曲線で整理できる可能性を示している¹⁾。本報告では、デッキ厚12mmでスカラップを設けたタイプを対象として、鋼材材質と横リブウェブ厚をパラメータとした疲労試験を実施し、試験結果を補充した。そして、既往の研究成果と併せ、き裂の破面観察から停留時のき裂深さについて整理を行った、さらに、デッキ厚とスカラップの有無で分類し、き裂の停留に対する疲労強度曲線を構築した。

2. 疲労試験

新たに試験を行った試験体、および本報告で取り扱う鋼床版試験体の共通構造を図1に、本報告において使用するIDをつけて整理した全ての試験体の一覧を表1に示す。表内グループの項目はSがスカラップあり、Nがスカラップなしを、末尾2桁の数字でデッキ厚を示している。本報告において疲労試験を行ったのは表内ID13, 14, 15, 16のものであり、Yが横リブ厚、SM490, SM400は供試鋼材を示している。全ての疲労試験において、支持条件は12本の高力ボルトによる架台への固定であり、載荷条件は図-1中の載荷板上に載荷梁を設置し、下限荷重を10kNとしていることは共通事項である。

3. き裂破面と試験パラメータの相関

既往の試験結果のうち、試験終了後に暴露した破面から、き裂深さ、き裂幅を計測したデータをまとめ、各板厚、供試鋼材、降伏点などをパラメータとし、関係性の有無を確認した。図2に破面の例を示す。き裂がデッキを貫通したものについては図2(a)のように溶接ルート部から発生したき裂(以下、下面き裂)とデッキ上面から発生したき裂は明確に区別できるため、下面き裂のみを計測対象とした。なお、同一の試験体では下面き裂の深さや幅が、デッキ貫通の有無によらず同程度であることは別途確認されている³⁾。図3は関係性の確認に用いたデータのうち試験終了時

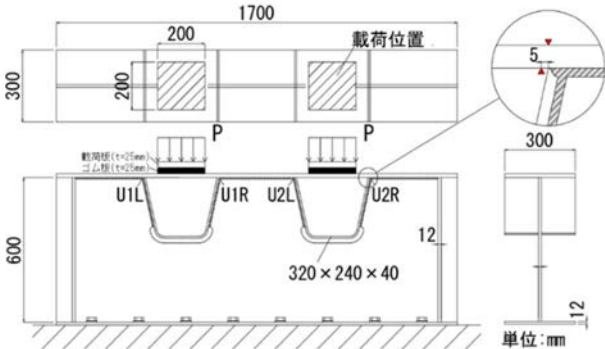


図1 試験体の概形

表1 試験体の一覧

当研究でのID	グループ	出典論文	論文内での呼称	トラフリブ厚(mm)	横リブ厚(mm)	供試鋼材	荷重範囲(kN)	本研究図4への記載
1	N12	2,3)	N12U6,N12-1	6	12	SM490A	100	○
2	N12	2)	N12U8	8	12	SM490A	100	○
3	N12	3)	N12-2	6	12	SM490YA	100	○
4	N12	3)	N12-3	6	12	SM490YA	100	x
5	N12	4)	N12-4	6	12	SM490YA	70	○
6	N12	1)	D12U6	6	12	SM490YA	100	x
7	N12	1)	D12U8	8	12	SM490YA	100	x
8	N12	5)	case2	8	12	SM490A	100	x
9	S12	3)	S12-1	6	12	SM490A	100	○
10	S12	3)	S12-2	6	12	SM490YA	100	○
11	S12	3)	S12-3	6	12	SM490A	100	x
12	S12	4)	S12-4	6	12	SM490YA	70	x
13	S12	本報告	SI2Y12SM490	6	12	SM490YA	100	x
14	S12	本報告	SI2Y20SM490	6	20	SM490YA	100	○
15	S12	本報告	SI2Y12SM400	6	12	SM400	100	○
16	S12	本報告	SI2Y20SM400	6	20	SM400	100	○
17	S12	5)	case1	8	12	SM490A	100	x
18	N16	2,3)	N16U6,N16-1	6	12	SM490A	100	○
19	N16	3)	N16U8	8	12	SM490A	100	○
20	N16	3)	N16-2	6	12	SM490YA	100	○
21	N16	3)	N16-3	6	12	SM490YA	100	x
22	N16	4)	N16-4	6	12	SM490YA	70	○
23	N16	1)	D16U6	6	12	SM490YA	100	x
24	N16	1)	D16U8	8	12	SM490YA	100	x
25	N16	6)	UEY20SM490Y	6	20	SM490Y	150	○
26	N16	6)	UEY12SM490Y	6	12	SM490Y	150	○
27	N16	6)	UEY20SM400Y	6	20	SM400	150	○
28	N16	6)	UEY12SM400Y	6	12	SM400	150	○
29	S16	3)	S16-1	6	12	SM490A	100	○
30	S16	3)	S16-2	6	12	SM490A	100	○
31	S16	3)	S16-3	6	12	SM490YA	100	x
32	S16	4)	S16-4	6	12	SM490YA	70	○
33	N14	1)	N14U6	6	12	SM490YA	100	x
34	N14	1)	N14U8	8	12	SM490YA	100	x



図2 デッキ貫通、進展き裂の一例

のき裂深さ/デッキ厚-初期ひずみ範囲の関係を
示したものである。初期ひずみ範囲は疲労試験
結果の整理に使用されているデッキ下面のト
ラフリップ内側 5mm 位置の値である。スカラ
ップがない場合に弱い相関があるようにも見え
るが、ばらつきは大きい。図 4 はき裂深さ/デ
ッキ厚とデッキに使用された鋼材の降伏点の
関係を示したもので、文献中において使用鋼
材の降伏点が表示されていないものは JIS にて
規定された値を用いている。

スカラップの有無・デッキ厚と降伏点との相
関は見受けられず、その他の試験パラメータに
ついては相関は見られなかったため、き裂深さ
/デッキ厚は種々の条件によらず 0.8 程度にな
ると考えた。

4. き裂進展寿命に関する検討

き裂が停留に至るまでの寿命に着目し、疲労
強度曲線の構築を試みた。き裂の停留の定義
は、先行研究と同様に、デッキ内側 5mm 位置
のひずみ範囲が、ある時点から 10 万回後に、
初期のひずみ範囲に対するひずみ範囲の変動
率が±1.0%以下となる载荷回数としている。

なお、対象としたデータは 5,000 回に動ひ
ずみ計を用いてひずみ範囲が計測されている
もののみである。図 5 に、デッキ内側 5mm 位
置の初期ひずみで整理した N12, S12, N16, S16 試験体のデッキ進展き裂が停留するまでの寿命を示す。
図中凡例は表 1 で示したものを参照しており、実線が疲労強度曲線、破線が -2σ における疲労強度曲線、一点破線
がひずみ範囲の下限値の結果を基にした疲労強度曲線である。著者らは、N16 試験体においては各種パラメータの
変化による大きな影響はなく 1 つの疲労強度曲線で評価できる可能性を示してい
るが⁶⁾、ここで追加した N12, S12, S16 試験体においては N16 ほどの相関は見ら
れず、スカラップを設けた場合にはばらつきが大きい結果となった。表 2 にき裂
停留時の载荷回数が 100 万回となるひずみ値を示している。この結果からはスカ
ラップの有無によらず、デッキ厚で疲労寿命を整理できる可能性があることがわ
かる。

5. まとめ

デッキ厚 12mm でスカラップを設けない構造を対象とし、材質、横リブウェブ厚を変えた鋼床版試験体の疲労試
験を実施するとともに既往の研究成果と併せ、疲労強度曲線を示した。また、き裂破面観察から、停留時のき裂深
さ・き裂幅と各板厚、供試鋼材、降伏点などには相関がないことがわかった。

謝辞：本報告の一部は JSPS 科研費・基盤研究(C)20K04669 の助成を受けたものであることを付記し、深謝する。

参考文献：1)国土技術政策総合研究所資料, No.608, 2010, 2)井口ら, 鋼構造年次論文報告集, 第 18 巻, pp.113-120, 2010.

3)原田ら, 鋼構造論文集, 第 19 巻第 73 号, pp.65-74, 2012. 4)森ら, 鋼構造論文集, 第 21 巻第 82 号, pp.29-38, 2014.

5)栗原ら, 土木学会第 61 回年次学術講演会, I-545, 2006 6)内田ら, 土木学会第 77 回年次学術講演会, I-70, 2022

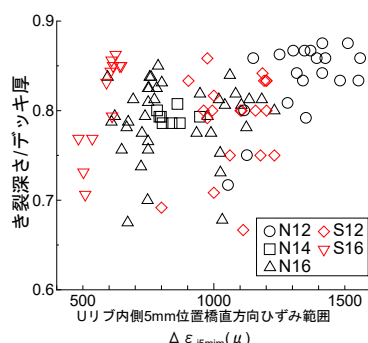


図 3 初期ひずみとき裂深さの関係

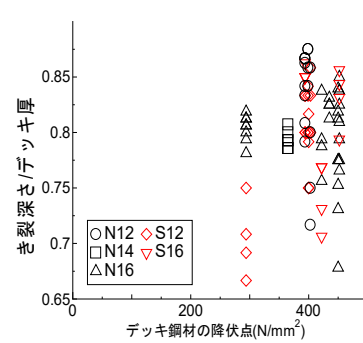


図 4 降伏点とき裂深さの関係

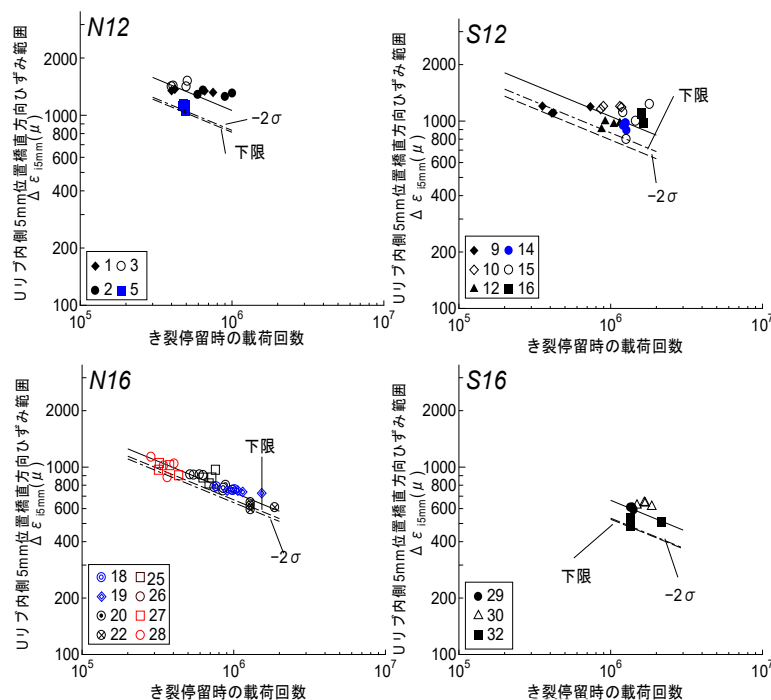


図 5 き裂停留までの寿命

表 2 各疲労寿命・疲労強度

	100万回疲労強度ひずみ(μ)	
	標準	-2σ
N12	1058	814
N16	736	678
S12	1062	794
S16	665	531