

V-36

鋼コンクリート系サンドイッチ構造梁の曲げ疲労耐力

北海道大学工学部 学生員 金谷 健太郎

北海道大学工学部 正員 上田 多門

北海道大学工学部 正員 角田 與史雄

北海道大学工学部 木村 勉

1. はじめに

サンドイッチ構造は鋼構造とコンクリート構造の互いの欠点を補いあい、また経済性、施工性、水密性等が良好であることから、その特性が十分に把握されればその利用の可能性も高まる。サンドイッチ構造はその鋼材が溶接構造であるので疲労に対する検討が十分に必要であるが、それに対する研究は多いとは言えないのが現状である。

そこで、本報告ではサンドイッチ構造梁の疲労実験を行い、その曲げ疲労耐力について検討するものとする。

2. 実験の概要

本実験は、図-1に示すフルウェブ構造である2体について行う。これら供試体の基本寸法は、幅200mm、高さ400mm、長さ4000mmである。引張、圧縮両鋼板とフルウェブ部に6mmの鋼板を用い両端部及び両端より内側25cmの位置に9mmの鋼板を持つ。供試体FW1及びFW2はシアコネクタを持たない。鋼材は全てSS400である。鋼材、コンクリートの強度試験結果を表-1に示す。

実験はスパンが3500mm、せん断スパン比を4とする対称2点載荷で実施した。供試体FW1を静的実験に用い、供試体FW2に対し疲労実験を行うものとする。疲労実験は周波数が3Hzの繰り返し荷重を載荷しその下限荷重は2tf、上限荷重を静的耐力の50%、66%とした。計測は載荷回数が所定の回数に達するごとに行い、測点項目は鋼板、圧縮部コンクリートのひずみと桁のスパン中央と支点上のたわみである。ひずみは電気抵抗線式ひずみゲージ、たわみは変位計を用いて計測した。測点位置を図-2に示す。

表-1. コンクリート、鋼材の試験結果

	fc (MPa)	Ec (GPa)	fy (MPa)	fu (MPa)	Es (GPa)
FW1	37	25	383	481	200
FW2	35	27			

fc:コンクリートの圧縮強度

Ec:コンクリートの弾性係数

fy:鋼材の降伏強度

fu:鋼材の引張強度

Es:鋼材の弾性係数

Flexural Fatigue Strength of Steel-Concrete Sandwich Beams

by KANAYA, Kentaro, UEDA, Tamon, KAKUTA, Yoshio and KIMURA, Tsutomu

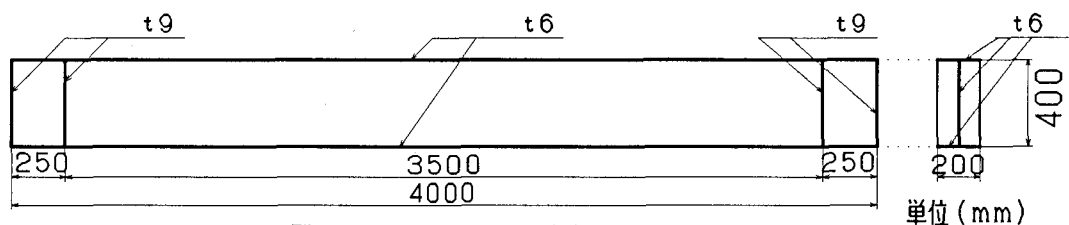
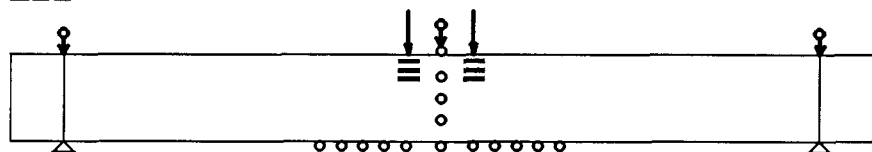
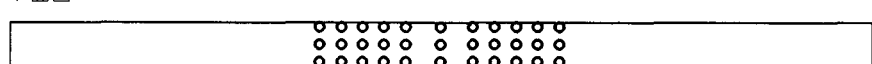


図-1. 供試体の形状・寸法

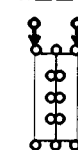
正面図



下面図



断面図



↓変位計

○鋼板ゲージ

—コンクリート
ゲージ

図-2. 供試体の測点位置

3. 実験結果及び考察

3-1. 静的耐力

供試体FW1の降伏荷重は34tf、破壊荷重は35.6tfであった。フルウェブを考慮して計算される降伏荷重は31.2tfであり実際の降伏荷重と近い値がでるが、破壊荷重の計算値は42.7tfであった。破壊性状としては、載荷後13tfで最初のひび割れが見られ、下側鋼板の降伏後に変位の増大によると思われるコンクリートの圧壊と圧縮側鋼板の座屈が起きた。ひび割れ性状を図-3に示す。

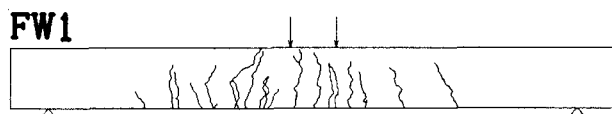


図-3. 供試体FW1のひび割れ性状

3-2. 疲労耐力

供試体FW2の疲労荷重の上限値と供試体FW1での降伏荷重との比をSとすると、Sを50%としこれを100万回載荷したが疲労破壊はみられずSを66%に上げた後289390回で疲労破壊が生じた。これはずれ止めのあるサンドイッチ梁の疲労寿命¹⁾と比べた場合、供試体FW2における疲労寿命は長いと言える。この比較には文献1)に用いられている様に、疲労荷重の上限値と供試体

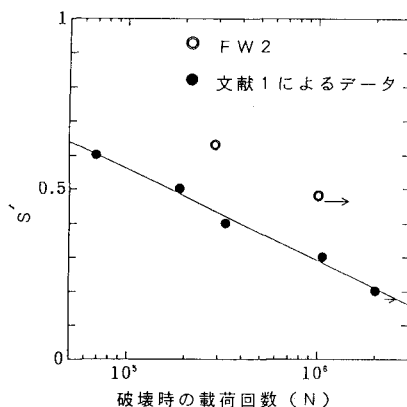


図-4. S-N曲線

FW1 の破壊荷重との比 S' を用いた。 S' は 100 万回までは 48%、それ以降は 63% である。この比較を図-4 に示す。

3-3. 破壊性状

曲げひび割れは少なく、載荷回数による進展、増加が見られたのは S が 50% であるときの 1000 回まででそれ以降はほとんど見られなかった。疲労破壊が見られたのは引張り鋼板とフルウェブの破断のみである。ずれ止めのあるサンドイッチ梁の曲げ破壊性状は、一般に鋼板の亀裂がずれ止め鋼板と下側鋼板の溶接位置付近に入るものであるが、供試体 FW2 の場合、亀裂はフルウェブと鋼板の溶接部から裂けるようにしてフルウェブと鋼板に入るものであった。破壊時のコンクリートのひび割れと鋼板の亀裂の様子を図-5 に示す。

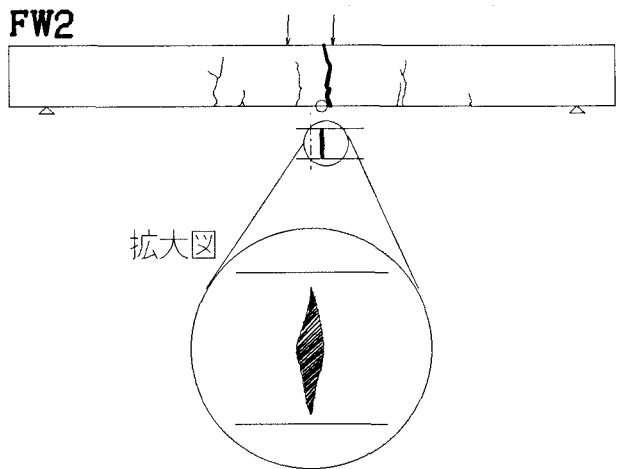


図-5. コンクリートのひび割れ及び鋼板の亀裂の性状

3-4. ひずみ性状

スパン中央での下側鋼板のひずみの測定結果を示す。 S が 50% のものは図-6.1 に、 S が 66% のものは図-6.2 に示す。載荷回数による値、振幅の増減はあまり認められない。また、幅方向の位置によるひずみの変化はほとんど見られなかった。

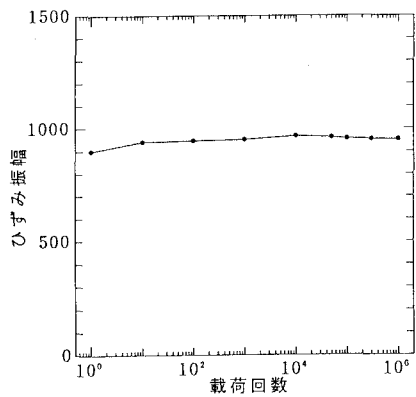


図-6.1. ひずみ振幅-載荷回数曲線

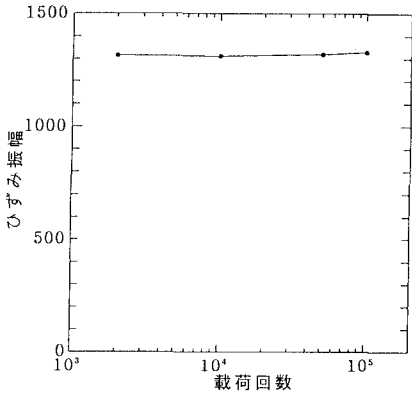


図-6.2. ひずみ振幅-載荷回数曲線

3-5. たわみ性状

図-7.1, 2にスパン中央におけるたわみ振幅と載荷回数との関係を示す。ひずみと同様、繰り返し載荷がたわみ振幅の増減に影響を与えたとは言い難い。断面剛性の低下はなく破断は突然起きた。

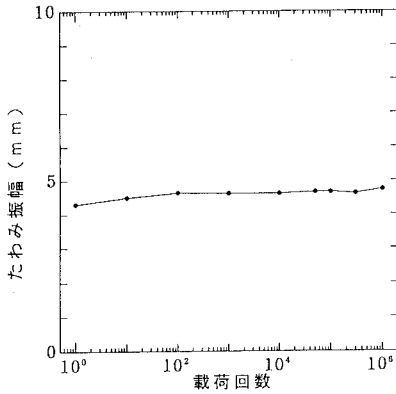


図-7.1. たわみ振幅-載荷回数曲線

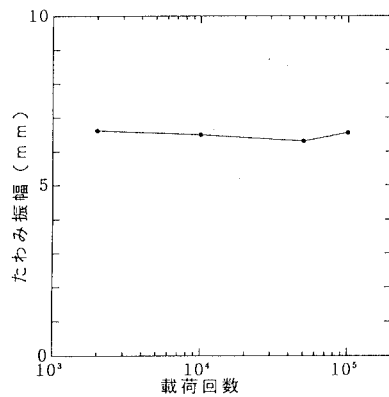


図-7.2. たわみ振幅-載荷回数曲線

4. まとめ

本実験の範囲で得られる結論を以下に示す。

- ① せん断補強材としてフルウェブを持つずれ止めのないサンドイッチ構造梁の破壊は、曲げ引張部の溶接部位から亀裂の広がるフルウェブと引張鋼板の破断であった。
- ② 供試体FW2において、疲労荷重の上限値と降伏荷重の比を50%として100万回、66%として約29万回の載荷の後に疲労破壊が生じた。これはずれ止めのあるサンドイッチ構造梁の曲げ疲労耐力¹⁾よりも高い。

今後の課題

本報告の結論を確認するために、繰り返し荷重の上限値を変化させた実験と、ずれ止めを持つサンドイッチ梁供試体の実験を行う必要がある。

参考文献

- 1) 横田 弘、清宮 理：鋼・コンクリート合成ばりの疲労特性、コンクリート工学年次論文報告集11-2、1989、pp.57-62