

パイプジベルを使用したサンドイッチ床版の疲労強度特性

国土交通省北海道開発局
(独)北海道開発土木研究所
大阪大学大学院
石川島建材工業株式会社

正会員
正会員
フェロー
正会員

○畑山 朗
今野 久志
松井 繁之
小野辺良一

1. はじめに

近年、現場作業の省力化、建設コストの縮減、工期短縮という観点から、鉄筋コンクリート構造に代わる新しい構造としてサンドイッチ構造が提案され、橋梁用床版やシェルター等に採用されてきている。筆者らは、鋼とコンクリートのジベルとして鋼製のパイプジベルを使用したサンドイッチ床版を提案し、室内実験によりその静的強度特性について検討を行ってきている¹⁾。ここでは、本床版の疲労強度特性について定点疲労載荷試験の結果より、その破壊性状および耐久性について報告するものである。

2. サンドイッチ床版の構造

本研究で使用したサンドイッチ床版は、図 - 1 に示すように、上下面に厚さ 6mm の鋼板(SS400)を使用し、この鋼板に直径 60.5mm、厚さ 3.8mm のパイプ(STK400)をそれぞれすみ肉溶接して固定している。上下面の鋼板は、適当な間隔でボルト・ナット(M16)を配置して間隔保持し、鋼板間の空間には高流動コンクリートを打設して鋼板とコンクリートを一体化する。パイプの内部は、空洞とすることで軽量化を図っている。また、上下面の鋼板をパイプで直接連結しないことから、円弧等の曲率に対応可能であるという特徴を有している。

3. 実験概要

供試体は、図 - 2、表 - 1 に示すように、幅 1.0m × 厚さ 0.16m × 長さ 2.9m の梁形状とし、供試体数は No.1 ~ No.5 の 5 体とした。載荷方法は、支間 2.6m の載荷台に供試体をセットし、支間中央部に荷重間隔 0.6m の線荷重を 2 点載荷した。載荷荷重は、サンドイッチ床版の S - N 線図を得る目的から、疲労による破壊回数が 10 万回 ~ 300 万回の範囲でプロットされるよう載荷荷重を決定した。表 - 1 に実験で採用した上限荷重、下限荷重、および支間中央における下面鋼板の応力度振幅を示す。

4. 実験結果

4.1 破壊状況

図 - 3 に破壊状況の一例として、No.1 供試体における下面鋼板の破壊状況を示す。破壊形態は、いずれの供試体も下面鋼板の破断によるものであった。下面鋼板のひび割れは、いずれの供試体も間隔保持材である高ナットの溶接部

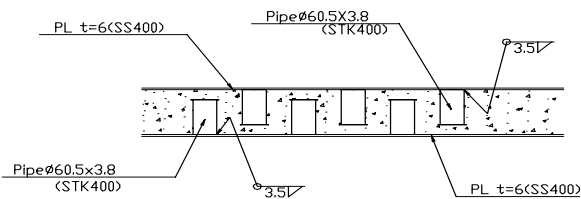


図 - 1 サンドイッチ床版の基本構造

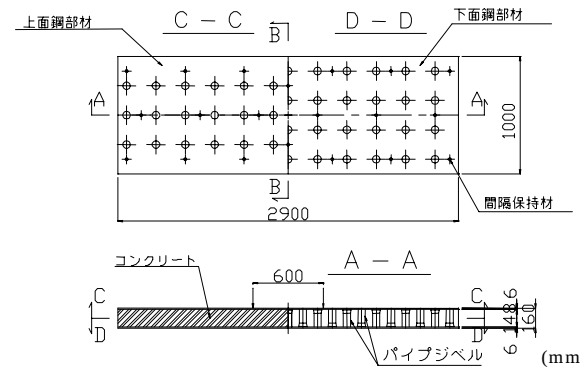


図 - 2 曲げ試験用供試体

表 - 1 鋼板の応力度振幅と載荷荷重

供試体 No.	下限荷重 (kN)	上限荷重 (kN)	応力度振幅 (N/mm ²)
1	20	161	80
2	20	330	175
3	20	210	108
4	20	230	119
5	20	110	51

キーワード サンドイッチ床版、パイプジベル、疲労強度、S - N 線図

連絡先： 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 34 号 TEL.011-820-2714 FAX.011-820-2714

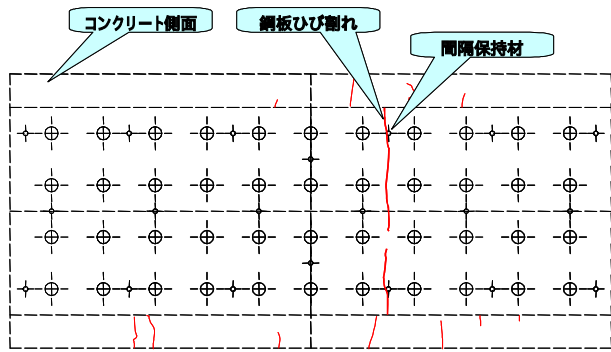


図 - 3 供試体下面の破壊状況

を通過しており、この溶接部を起点としてひび割れが発生したものと考えられる。また、図 - 4 に示すように、いずれの供試体も破壊直前にはたわみが急増する現象が見られた。

4.2 S-N 線図

表 - 2 に、各供試体の破壊回数を示す。これらのデータをもとに、S-N 線図を求めると図 - 5 のようになる。また、図中には、「鋼構造物の疲労設計指針・同解説（（社）日本港構造協会）」における強度等級 F（中空断面部材をすみ肉溶接した継手）の疲労設計曲線を併記した。図 - 5 より、破壊回数と応力度振幅は密接な関係にあることが確認できる。その関係は、強度等級 F に近い関係となっているが、応力度振幅が小さい領域では、強度等級 F よりも若干下回る結果となった。この一因としては、パイプジベル溶接部ではなく、間隔保持材として使用した高ナット溶接部より鋼板が破断したことが挙げられる。一般に疲労設計曲線は式(1)で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta \sigma^m \cdot N &= C_0 \quad (\Delta \sigma > \Delta \sigma_{ce}, \Delta \sigma_{ve}) \\ N &= \infty \quad (\Delta \sigma \leq \Delta \sigma_{ce}, \Delta \sigma_{ve}) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここで、 m ：定数（直応力の場合 $m=3$ ）

$\Delta \sigma_{ce}$ ：一定振幅応力， $\Delta \sigma_{ve}$ ：変動振幅応力

C_0 ： $2 \times 10^6 \cdot \Delta \sigma_{fm}$ （ $\Delta \sigma_{fm}$ ： 2×10^6 回基本応力範囲）

パイプジベルを使用したサンドイッチ床版の 2×10^6 回基本応力範囲は、 $\Delta \sigma_{fm}=61 \text{ N/mm}^2$ となる。

5. 結論

- (1) パイプジベルを使用したサンドイッチ床版の疲労による破壊形態は、下面鋼板の溶接部を起点とした破断である。
- (2) 破壊回数と下面鋼板の応力度振幅は密接な関係にあり、強度等級 F に近く、本試験結果から 2×10^6 回基本応力範囲を求めると、 $\Delta \sigma_{fm}=61 \text{ N/mm}^2$ となる。
- (3) 本試験結果より、パイプジベルを使用したサンドイッチ床版の疲労設計が可能である。

参考文献

- 1) 畑山，今野，小野辺，細谷：パイプジベルを使用したサンドイッチ床版の静的強度特性，平成 14 年度土木学会北海道支部年次技術研究発表会

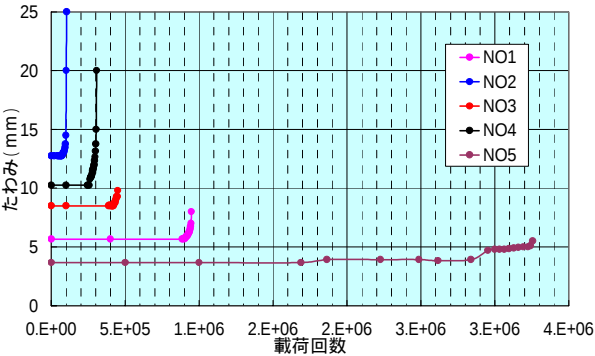


図 - 4 载荷回数とたわみの関係

表 - 2 破壊回数

供試体 No.	応力度振幅 (N/mm ²)	破壊回数
1	80	947,700
2	175	103,700
3	108	450,000
4	119	306,500
5	51	3,256,500

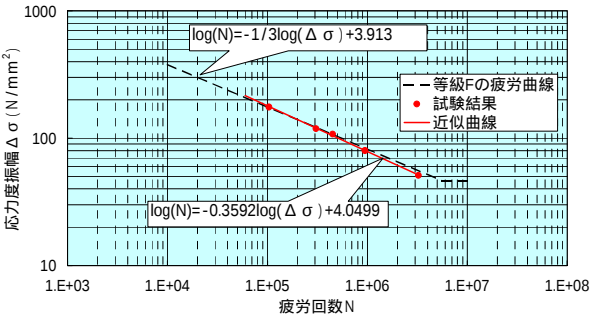


図 - 5 S-N 線図