

CS 102

オープンサンドイッチはりの交番載荷試験

運輸省港湾技術研究所 正会員 山田昌郎

運輸省港湾技術研究所 正会員 清宮 理

1. はじめに

コンクリート部材の片側のみに鋼板を合成したいわゆるオープンサンドイッチ部材を、防波堤ケーソンのフーチングとして用いるために、実規模の片持ちはり試験体を製作し、静的載荷試験を行った。まず鋼板に引張応力が生じる正曲げ単調載荷試験を行い、その結果については既に報告した〔1〕。今回は、鋼板に引張応力と圧縮応力が交互に生じるようないわゆる正負交番載荷試験を行い、特に負曲げ時の試験体の降伏モーメントについて若干の考察を加えた。

2. 載荷試験

2. 1 試験体

試験体は基部に固定用ブロックをもつ片持ちりである。図-1に試験体のはり部材の構造の概要を示す。試験体の片側には厚さ14mmの主鋼板が合成されており、反対側には主鉄筋D25が3本配置されている。HF1は厚さ9mmのウェブおよびフランジ鋼板を有する。ずれ止めとして山型鋼が主鋼板に2か所に溶接され、D25鉄筋が250mm間隔でフランジに溶接されている。一方HF2では、ずれ止めとしてD25鉄筋が250mm間隔で主鋼板に溶接されている。使用した材料の力学試験の結果を表-1に示す。

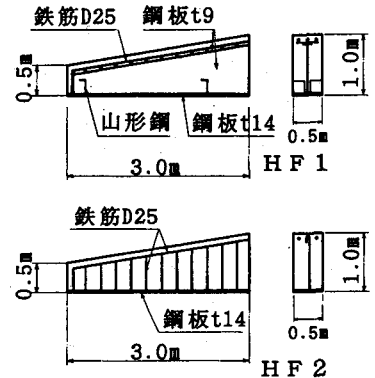


図-1 試験体の構造

2. 2 載荷方法

図-2に載荷状況の平面図を示す。試験体の固定用ブロックを、4本のPC鋼棒で反力体に固定する。反力壁に取り付けたアクチュエーターによって、片持ちりの基部から2.75mの位置に載荷する。載荷は荷重制御で行う。0tf→+10tf→-10tf→+20tf→-20tf…と順次振幅を増大させて静的に交番載荷を行う。荷重と載荷点変位の計測は、アクチュエーターに内蔵された荷重計と変位計により行う。このほか主鋼板および主鉄筋のひずみ、主鋼板とコンクリートのずれ変位等を計測する。計測は荷重増分1tf毎に行う。

3. 実験結果および考察

荷重と載荷点変位の関係を図-3に示す。両試験体とも、荷重-9tf時に曲げひびわれが生じ、剛性が若干低下した。図には示していないが、正曲げ時の鋼板ひずみの値は既報〔1〕の単調曲げ載荷の場合と同程度であり、交番載荷による影響は見られなかった。今回の加力サイクルでは、同一荷重振幅での繰返し数が1回であったので、交番せん断力によるひびわれ界面の損傷がさほど大きくなかったためと考えられる。試験体の降伏荷重は、HF1では-52tf程度、HF2では-19tf程度であった。最終的に、コンクリートの圧縮破壊は生じておらず、荷重の絶対値はピークに達していなかったが、アクチュエーターのストロークの制約（±200mm）により載荷を終了した。図-4にひびわれパターンを示す。載荷終了後除荷した時点で、HF2の基部付近のひびわれは幅が10mm程度まで広がっていたのに対し、HF1ではいずれのひび

表-1 使用材料の力学試験結果

	試験体	弾性係数 (kgf/cm^2)	圧縮強度 (kgf/cm^2)
コンクリート (載荷試験時)	HF1	2.52×10^4	437
	HF2	2.34×10^4	409
	規格	弾性係数 (kgf/cm^2)	降伏強度 (kgf/cm^2)
鋼板	SS400	2.17×10^4	3310
鉄筋	SD345	2.14×10^4	3800

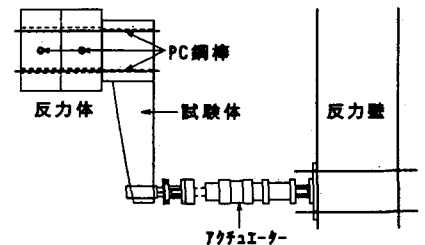


図-2 載荷状況（平面図）

われの幅も1mm未満であった。これらの結果から、ウェブとフランジを有するHF1の負曲げ耐力と降伏後の靱性は、HF2と比較して大幅に改善されていることがわかる。

HF1の負曲げ降伏モーメントを算定する際、ずれ止めによる鉄骨と鉄筋コンクリートの一体化の程度により、完全合成機構と重ねばり機構およびその中間的な機構が考えられる。主鋼板、ウェブ、フランジからなる鉄骨と鉄筋コンクリートとが同一の中立軸と曲率をもつとする完全合成機構、および中立軸は異なるが曲率を共有する重ねばり機構を仮定

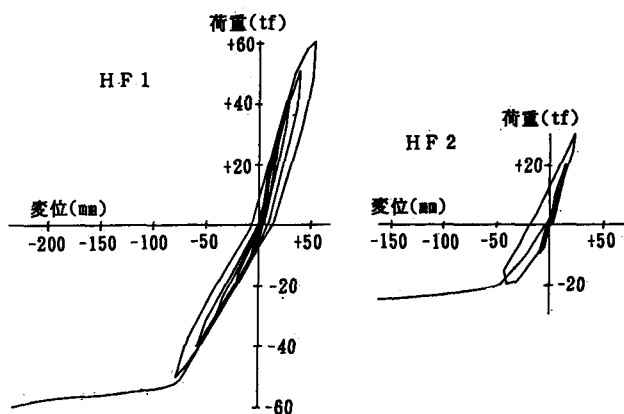


図-3 荷重と載荷点変位の関係

したときのひずみ分布を

図-5と図-6に示し、降伏モーメントの計算結果を表-2に示す。図-5で鉄骨に作用する引張力の和は約30tfであり、この力が水平ずれ力としてずれ止めに作用することになる。HF1について

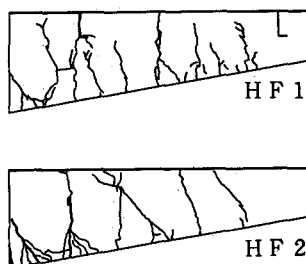


図-4 ひびわれパターン

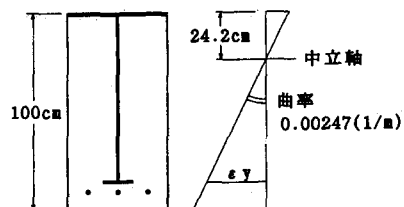


図-5 完全合成機構に基づくひずみ分布

では、鉄骨の中立軸位置と鉄筋コンクリートのひびわれ後の中立軸位置が近い場合、完全合成機構と重ねばり機構の仮定による計算値は近い値となり、鉄骨と鉄筋コンクリートの一体化の程度はさ

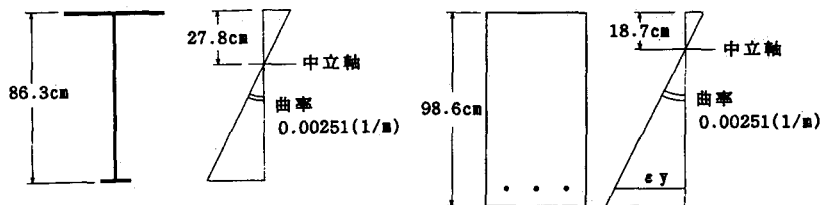


図-6 重ねばり機構に基づくひずみ分布

ほど重要な問題にならない。また、HF2では主鋼板の圧縮力を考慮に入れた計算値と実験結果がおおよそ一致しており、交番載荷による耐力の低下は小さかったと考えられる。

4. まとめ

今回の実験から得られた結論を以下にまとめる。

- ① 同一荷重振幅での繰り返し数を1回とした今回の加力サイクルでは、交番載荷による影響は小さかった。
- ② ウェブおよびフランジは、負曲げ耐力および降伏後の靱性を大幅に改善する効果を有する。
- ③ 今回の試験体HF1のように、鉄骨と鉄筋コンクリートの中立軸が近い場合には、完全合成機構と重ねばり機構のいずれを仮定しても、負曲げ降伏モーメントをおおむね予測することができる。

参考文献

- [1] 清宮理、山田昌郎、本多宗隆：合成版式ケーソンのフーチング部の強度、土木学会第47回年次学術講演会概要集、平成4年9月

表-2 負曲げ降伏荷重の計算結果

試験体	(仮定)	中立軸高さ (cm)	降伏曲げ モーメント(tfm)	降伏荷重 (tf)
HF1	(完全合成)	24.2	133.7	48.6
	(重ねばり)	鉄骨 27.8 RC 18.7	鉄骨 85.1 RC 47.8 合計 132.9	48.3
HF2	(完全合成)	12.6	51.1	18.6