

せん断補強鋼材を有する鋼コンクリートサンドイッチ構造はりのせん断耐荷性状の有限要素解析

北海道大学大学院 学生員 浅沼 芳雄
北海道大学工学部 正会員 上田 多門
北海道大学工学部 正会員 角田與史雄

1. はじめに

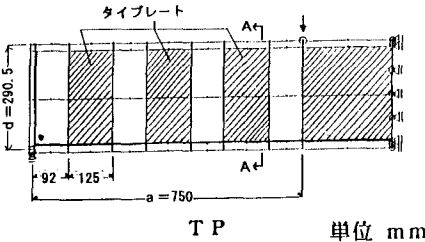
サンドイッチ構造は近年、脚光を浴びている構造であり、さかんに研究がなされている。しかしながら、せん断破壊に関しては未だ明らかにされていない部分が多く、十分に研究がなされているとはいえない。既往の研究報告より、フルウェブタイプのサンドイッチ構造はりとは、同じせん断補強鋼材比をもつタイプレートタイプのサンドイッチ構造はりに比べて、せん断耐力が大きいと報告されている¹⁾。本研究は、フルウェブタイプのサンドイッチ構造はりとタイプレートタイプのサンドイッチ構造はりのせん断耐荷性状を有限要素法を用いて比較し、その補強効果を解析的に検討するものである。

2. 解析概要

本研究では有限要素解析プログラムとして、WCOMRを用いている。このプログラムはもともと鉄筋コンクリート部材の解析のために開発されたものであるが、サンドイッチはり部材用に修正されたプログラム²⁾を用いた。本解析では鉄筋コンクリート部材に適用されるRC要素、フランジ、ウェブ、ダイヤフラムの鋼材部分に適用される2次元の弾塑性要素、下フランジ-コンクリート間、ダイヤフラム-コンクリート間の境界面において、すべりを考慮するための接合要素を用いている。また、せん断補強鋼材とコンクリートが混在する部分（ウェブ）においては、鋼材の要素とコンクリートの要素を重ね合わせることで、解析を行っている。供試体TPとFWはせん断補強鋼材比が1.2%と等しく、せん断補強鋼材の種類のみが異なるものである。供試体TPには厚さ6mm、幅125mmのタイプレートタイプのせん断補強鋼材を、217mmの間隔で配置している。供試体FWには、厚さ3mmのフルウェブタイプのせん断補強鋼材を、断面中央に配置している。せん断スパン有効高さ比（ a/d ）は2.5、コンクリートの圧縮強度は23.5MPa、はりの高さ h は300mm、ウェブの幅を250mm、上フランジ、下フランジの厚さを19mmとした。解析に用いた要素分割は図-1に示す通りであり、太線の部分は接合要素を示している。斜線の部分は鋼材の存在する部分を示している。荷重の載荷は図-1に示すように、強制変位を与えることによって、制御した。また、解析によって得られた最大耐力を表-1に示す。

表-1 解析結果

供試体	せん断補強鋼材の種類	FEM (kN)
TP	タイプレート	419
FW	フルウェブ	511



3. 解析結果および考察

FEM解析によって得られた支間中央部における荷重-変位曲線を図-2に示す。図-2および表-2に示すように、最大耐力については供試体FWのほうが22%程度大きくなっている。本解析値は対応する実験値がないため、妥当性の確認はできないが、土木学会で提案しているJSCE-

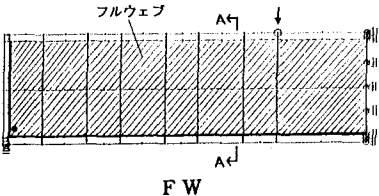


図-1 解析に用いた要素分割

ド²⁾によって計算される値はTP、FWともに441kNであった。供試体FWとTPはせん断補強鋼材の種類のみが異なるものであり、せん断補強鋼材の種類によって、このような違いが現れたものと考えられる。すなわち、せん断補強鋼材が連続的に配置されたもの(フルウェブタイプ)のほうが、せん断抵抗力が大きいことを示すものである。これは過去の研究報告¹⁾でも述べられている。図-3はガウスポイント(図-1中 ●)のコンクリートの主応力と作用せん断力の関係を示すものである。ある荷重から、供試体TPのほうが同一荷重に対する主応力が大きくなっている。他のガウスポイントにおいても、同様な傾向がみられ、供試体TPは作用せん断力が増加するにつれてコンクリートにより大きな主応力が作用しているのがわかる。その結果、TPにおけるコンクリートの軟化がFWよりも初期の段階でおきることになり、これが最大耐力を小さくしている原因と考えられる。次に、図-1中のA-A断面において、同一作用せん断力に対しての分担せん断力を表-2に示す。

表-2に示すように、ウェブコンクリートの分担力はTPのほうが大きくなっており、それだけコンクリートが破壊に早く達しやすい状態にあると考えられる。

また、同一作用せん断力に対するコンクリート部分における主応力図を図-4に示す。供試体TPのほうが、FWよりも主応力の値が大きくなっており、この図からも供試体TPのほうがより大きな分担力をコンクリートで受け持っているのがわかる。

4. まとめ

以上の結果より、フルウェブタイプのサンドイッチ構造はりのほうが、タイププレートタイプのサンドイッチ構造はりより、ウェブ鋼板がせん断抵抗力を有し、ウェブコンクリートの負担せん断力を軽減することにより、せん断耐力が大きくなることが解析的に示された。しかしながら、本研究は解析のみの検討であるため、今後、更なる検討が必要であると思われる。

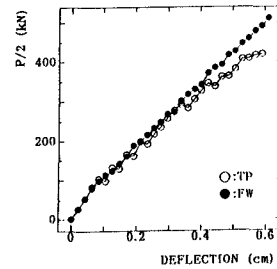


図-2 荷重-変位曲線

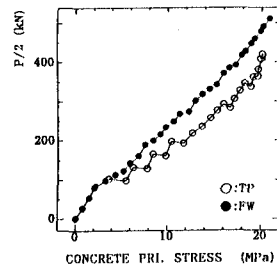


図-3 ガウスポイントにおけるコンクリートの主応力とせん断力の関係

表-2 分担せん断力

	TP	FW
上フランジ (kN)	-14 (-3%)	1(0%)
ウェブ(鋼板) (kN)	84 (20%)	133(32%)
ウェブ(コンクリート) (kN)	336 (82%)	265(63%)
下フランジ (kN)	3 (1%)	19(5%)
合計 (kN)	409 (100%)	418(100%)

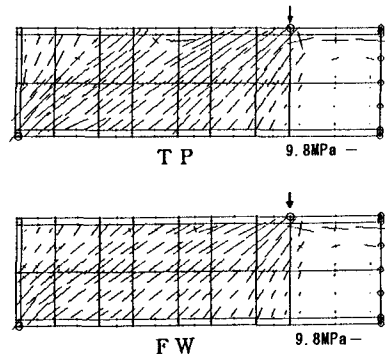


図-4 コンクリート部分における主応力図

参考文献

- 1) Tamon Ueda, Katsuyuki Konno, Yasuyuki Tasumi, and Yoshio Kakuta: Shear Strength of Steel-Concrete Sandwich Beams, Proceedings of The Fourth East Asia-Pacific Concrete, Seoul, Korea, September 1993, pp.341-346
- 2) ナス バンタートン: 鉄筋コンクリート梁におけるせん断抵抗機構の有限要素解析, 東京大学博士論文, 1991年3月
- 3) 土木学会: 鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案), コンクリートライブラリー, 第73号, 1992年7月