

V-3

有限要素解析による鋼コンクリートサンドイッチ構造のせん断耐力の評価

北海道大学大学院 今野 克幸
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 与史雄

1. はじめに

サンドイッチ構造の棒部材においてせん断補強鋼材が無い場合、そのせん断耐力は通常の鉄筋コンクリートはりの耐力推定方法で評価できる¹⁾。しかし、せん断補強鋼材がある場合はその種類、そして鋼材の配置される間隔によりそのせん断抵抗機構が異なる¹⁾。したがって、通常の鉄筋コンクリートはりと同様にせん断耐力を推定することは出来ない。本研究では、フルウェブとタイププレート²⁾のせん断補強効果の違いを有限要素解析を用いて考察し、最後に、実験値との比較を行う。

2. 実験供試体について

表1 供試体の説明

供試体の寸法は表1に示す通りである。図1はTP60の側面図で、FW60についても同様の寸法である。実験結果の主な値は表2に示してある通りである。

供試体	幅 (cm)	せん断補強鋼材の種類	タイププレート、フルウェブの厚さ (cm)	引張、圧縮鋼板の厚さ	せん断補強筋比	引張鉄筋比
FW60	60.0	フルウェブ ²⁾	0.80	1.2	1.33 (%)	8.0 (%)
TP60	60.0	タイププレート	1.60	1.2	2.67 (%)	8.0 (%)

表2 実験結果

供試体	コンクリート圧縮強度 (kgf/cm ²)	破壊形式	最大耐力 (tonf)
FW60	122	—	(148.4)
TP60	143	せん断	117.8

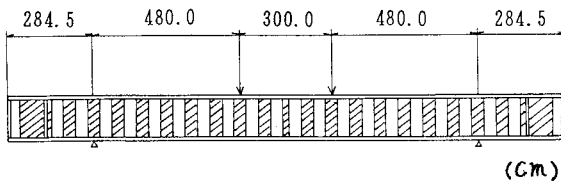


図1 供試体

(FW60は終局状態まで実験データを追えなかった)

3. 有限要素解析プログラムについて

本研究で用いた有限要素解析プログラムは鉄筋コンクリート壁構造の解析用に開発されたプログラム WCOMR²⁾ をサンドイッチはり部材用に改良したプログラムに、さらに著者らが修正を加えたものを用いた。本プログラムには要素のタイプとして、鉄筋コンクリート部材に適用される RC 要素と、フランジなどの鋼材部分に用いる弾性要素、フランジまたはダイヤフラムとコンクリートの境界面のすべりを考慮するための接合要素が用意されていた。この 3 種類の要素のうち、弾性要素を計算するサブルーチンの中で鋼材は線形弾性とされていた。これを著者らが 2 次元の非線形弾塑性解析ルーチンに修正した。

3-1 供試体の本解析プログラムへの適用方法

次に、これら 3 種類の要素をフルウェブタイプとタイププレートタイプの供試体にどのように適用したかを示す。

1) フルウェブタイプ

図 2 において斜線部分はフランジ及びフルウェブを示し、図 2 (b) のようにウェブとコンクリートを切り離して考えこれらの要素を重ね合わせるようにモデル化し、フルウェブとフランジは弾塑性要素を用いている。コンクリートの部分は RC 要素を用い鉄筋比を 0 %としている。また、両端フランジとコンクリートの境界面にはすべりを考慮するために、接合要素を用いている。

2) タイププレートタイプ

フランジ部分のみ弾塑性要素とする。両端フランジに挟まれた部分全体は鉄筋コンクリート要素とし TP 60 の場合、ここにタイププレート方向に鉄筋比 2.67 %、タイププレート直角方向に 1.35 %を入力し解析した。また、接合要素についてはフルウェブタイプと同様である。

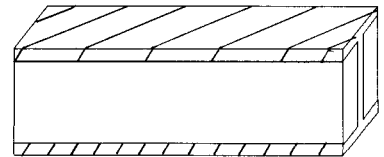


図 2 (a) FW 60

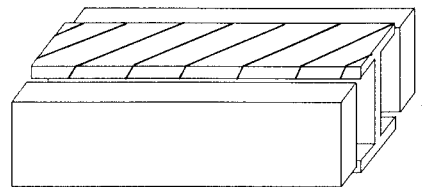
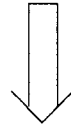


図 2 (b)

3-2 要素分割

図 3 に FW 60、TP 60 の要素分割を示す。太線は接合要素を示している。

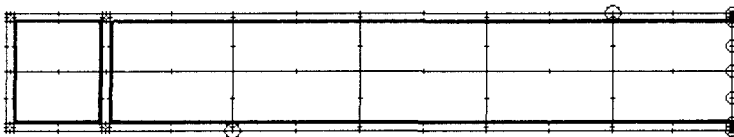


図 3 要素分割

4. 解析結果と考察

図4 (a), 図4 (b) はそれぞれFW60、TP60の解析値と実験値の荷重変位曲線を示している。TP60において荷重ステップが1～5ステップでは良好な結果が得られているが、6ステップ目で荷重が急激に低下している。

FW60についても初期の段階においては、おおむね実験値に近い値を示しているが、それ以降では両者の値が大きく食い違っている。

また、図4 (c) はFW60とTP60の解析値の比較であるが初期の段階において実験値同様に非常に近い値を示している。TP60において主応力の分布状況を見ると外殻鋼板がほとんどの引張応力または圧縮応力を受け持っている。図5 (a) には5ステップ目、図5 (b) は7ステップ目のTP60におけるクラックパターンを示してあるが、荷重が急激に低下している時点で圧縮ストラットの破壊が認められる。FW60においては圧縮ストラットにはたらく圧縮主応力より引張主応力の方が大きく上回っていることが解析結果としてあらわれた。よって、図5 (c) に示すようにステップ5においてもコンクリートの破壊があまり見られない。ゆえに、TP60のように荷重が急激に低下することは見られない。

図4 (a) スパン中央下縁の荷重-変位曲線

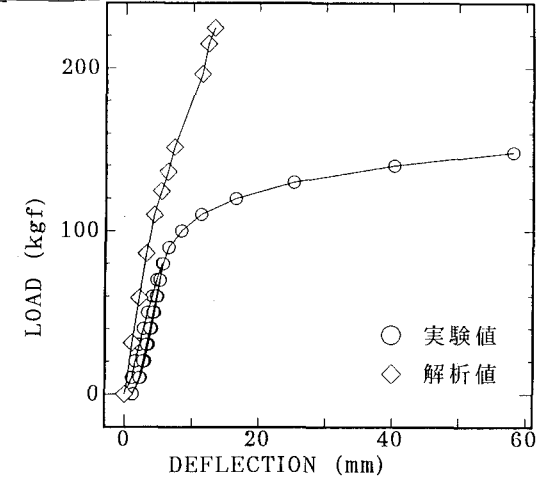


図4 (b) スパン中央下縁の荷重-変位曲線

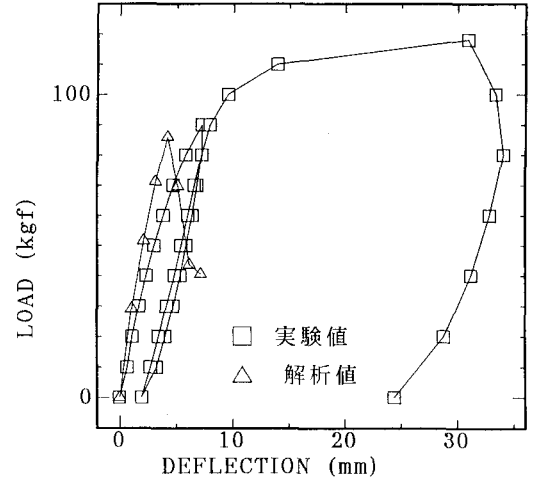
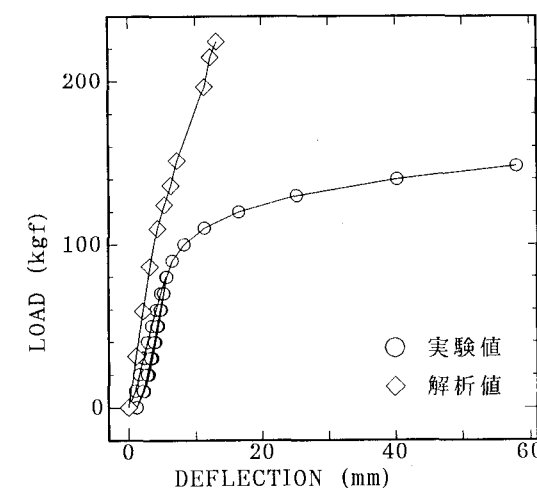


図4 (c) スパン中央下縁の荷重-変位曲線



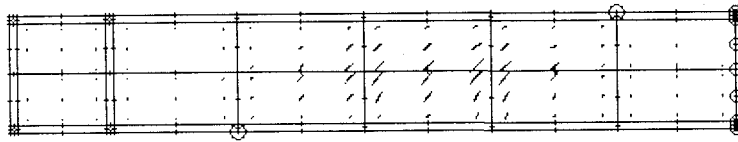


図5 (c) FW60 STEP 5

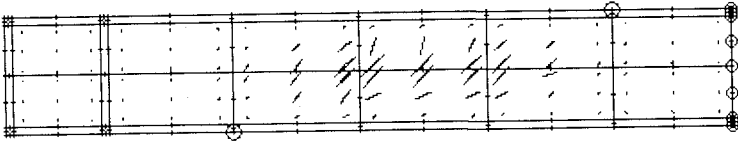


図5 (b) TP60 STEP 7

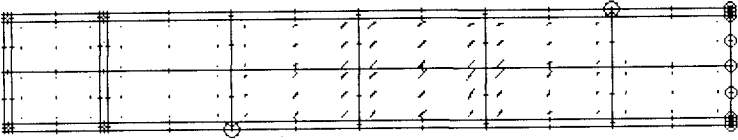


図5 (c) FW60 STEP 5

5. まとめ

TP60において解析上、荷重が下がった理由は、せん断スパンの下フランジに近いコンクリートで2本のひびわれが入り、トラス機構が形成出来なくなり剛性が下がったのが原因と考えられる。そして、荷重が下がったことが部材の耐力ではないと考えられ解析で耐力まで追えるようさらに検討する必要がある。今回の解析では、TP60については外殻鋼板に挟まれた部分についてタイプレートを通常の鉄筋コンクリートにおけるせん断補強筋と同様に考え、FW60については鋼板（フルウェブ）とコンクリートを重ね合わせて解析したため両者にこのような差がみられたのではないかと思う。今回はどちらの方法についても良好な解析結果が得られていないのでこの点についても検討をするべきであると思われる。

6. 謝辞

今回の解析に用いた供試体の実験にたずさわった田隅君に謝意を表します。

参考文献

- 1) 鋼コンクリートサンドイッチ構造研究小委員会 鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針（案）
- 2) PANTARATORN Nares FINITE ELEMENT ANALYSIS ON SHEAR RESISTING MECHANISM OF RC BEAM 東京大学大学院学位論文 1991年