

大阪市立大学工学部 正員 園田恵一郎
大阪市立大学工学部 正員 鬼頭 宏明
大阪市立大学大学院 学生員 ○山脇 学
大阪市立大学工学部 津賀 克巳

1.はじめに

本研究は、サンドイッチ構造[1]において、その耐荷性能に關与する重要な課題とされる同部材のせん断強度特性の解明を目的として、実施工例である神戸港港島沈埋トンネル函体の上床版部を参照し、引張ならびに圧縮外殻鋼板の各鋼材比(p_t , p_c)を1%に設定し、せん断補強鋼板の配置方法を実験因子とした供試体全14体に対し、せん断スパン高さ比(M/Od)を0.833~1.33の範囲内で、逆対称静的載荷実験を行い、そのせん断耐荷機構を検討したものである。

2.供試体

本研究で用いた供試体は、図1に示す長さ900~1200mm、奥行き幅200~900mmそしてはり高さ300mmの溶接組立てられた鋼殻要素にコアコンクリートを打設し、要素長さ方向両端に要素に等しい奥行き幅と高さを有し長さが900mmの鋼はり高力ボルトにて接合し供試体を作製した。鋼殻要素中央には厚さ3.2mmのSS400材からなる上下外殻鋼板と部材軸直交方向に配置されたせん断補強鋼板である左右のダイアフラムにより形成される着目パネルを設けコンクリートを充填した。更に着目パネル両脇には緩和用のパネルを配し、上記同様にコンクリートを充填した。なお着目パネル部以外の外殻鋼板は増厚を施し、着目パネル以外での曲げ降伏を抑制した。表1に使用した供試体全14体に対する着目パネル部の諸元すなわち実験変数である奥行き幅B、ダイアフラム間隔S、着目パネル(配置)数n、ならびに部材軸方向に配置するせん断補強鋼板であるフルウェーブとシアコネクタの有無を列記する。ここで供試体名の先頭の英文字N、Tはそれぞれ着目パネル数が1または2でフルウェーブとシアコネクタが共にないことを、同Sは着目パネル数が1でシアコネクタがあることを、同Wは着目パネル数が1でフルウェーブがあることを各々示す。さらに英文字に続く2桁の数字はダイアフラム間隔(cm)を、最後の2桁の数字は奥行き幅(cm)を示している。なお表2にコンクリートの力学的特性を表3に鋼材の機械的性質を示す。

3.実験方法

載荷方法は図2の逆対称2点載荷とし、供試体長手方向中央の着目パネルにせん断力が卓越する方式を採用した。すなわち載荷源である上方の容量200tonfの油圧ジャッキにより、載荷はりを介して2本のφ55mmの丸鋼により供試体を

表1 供試体諸元

供試体名	ダイアフラム 間隔S (mm)	奥行き幅B (mm)	S/D	B/D	着目パネル数n	フルウェーブ	シアコネクタ	工期
N9030	300	300	1.0	1.0	1	×	×	1
N4530	450	300	1.5	1.0	1	×	×	2
N6030	600	300	2.0	1.0	1	×	×	1
T1530	150	300	0.5	1.0	2	×	×	1
T3030	300	300	1.0	1.0	2	×	×	1
S3030	300	300	1.0	1.0	1	×	○	2
S4530	450	300	1.5	1.0	1	×	○	2
W3030-1	300	300	1.0	1.0	1	○	×	1
W3030-2	300	300	1.0	1.0	1	○	×	2
W4530	450	300	1.5	1.0	1	○	×	2
W6030	600	300	2.0	1.0	1	○	×	2
W3020	300	200	1.0	0.67	1	○	×	2
W3060	300	600	1.0	2.0	1	○	×	2
W3090	300	900	1.0	3.0	1	○	×	2

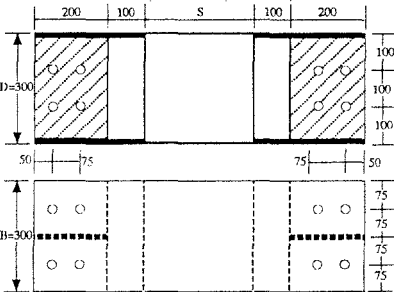


図1 供試体形状図(N型)

表2 コンクリートの力学的特性

工期	圧縮強度 (kgf/cm ²)	ヤング率 (kgf/cm ²)	ポアソン比	引張強度 (kgf/cm ²)
1-A	260.0	2.22×10^5	0.19	24.52
1-B	290.4	2.50×10^5	0.21	24.72
2-A	264.6	2.13×10^5	0.19	21.06
2-B	263.9	2.42×10^5	0.19	20.82

表3 鋼材の機械的性質

工期	降伏点強度 (kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	ヤング率 (kgf/cm ²)
1	3488	4744	1.93×10^4
2	3438	4631	1.99×10^4

2点荷重した。一方下方の2基のコンクリートアバット上にH型钢のフレームを設け、各々の上にφ32mmの丸鋼を配置して供試体を単純支持した。

4. 実験結果

着目パネルを構成する各鋼板ならびにコンクリートの分担力を測定するために、予め定めた測定位置において、外殻鋼板とダイアフラムには奥行き方向に、ならびにコンクリートとフルウェブにはより高さ方向に複数のひずみゲージを整列貼付し、そのひずみ分布状態を調べた。各荷重荷重段階にて得られたひずみ分布形状を各貼付方向に積分した諸量に、鋼板またはコンクリートの厚さを乗じて各部材の分担力を求めた。求めた各分担力の参照値として、既往の指針案[1]にも採用されているトラス機構による分担力の算定を行った。算定に際し、フルウェブが配置されていない供試体(N, TおよびS型)は、着目パネルの上・下外殻鋼板をトラスの上・下弦材、ダイアフラムを引張鉛直材、コンクリートを圧縮斜材とした既往の(静定)トラスモデル[2]を用い、一方フルウェブが配置されている供試体については上記静定トラスモデルにフルウェブに相当する引張斜材を付加した不静定トラスモデルを考案した。

実験から得られた上記各分担力と静定および不静定トラス理論値の対比結果を図3～6に例示する。まず図中実線で示すフルウェブが配置されていない供試体(N3030)では、各部材の分担力が静定トラスモデル値により精度よく評価できること、いえばトラス機構以外の分担力がないことが分かる。一方点線で示すフルウェブが配置されている供試体(W3030-1)では、図6のフルウェブならびに図3の外殻鋼板にてここで提案した不静定トラスモデル値との良好な対応関係が認められたが、図4のダイアフラムと図5のコアコンクリートでは差異を残すものとなった。不静定トラスモデルの適用性を総ずれば、いずれの例においても静定モデルに比してより良い評価を示し、フルウェブとダイアフラムが混在するサンドイッチ部材のせん断耐力算定に対するその有用性が認められた。

5. まとめ

- (1) フルウェブの無いダイアフラムのみを有する供試体の各鋼板ならびにコンクリートの分担力の実験値は静定トラスモデルにより精度よく評価できた。
- (2) フルウェブとダイアフラムが混在する供試体の分担力に対して提案した不静定トラスモデルは、静定トラスモデルとの比較では、より実験値に近い評価を与えたが、未だ改良の余地が残されている。

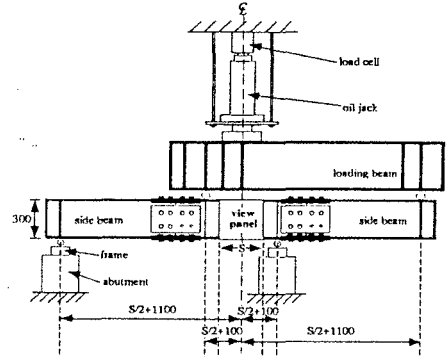


図2 荷重方式概要(N型)

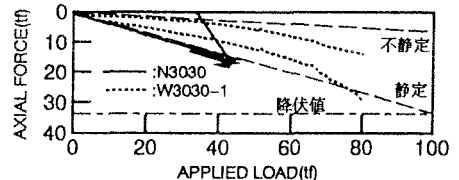


図3 作用荷重—荷重分担力(外殻鋼板)

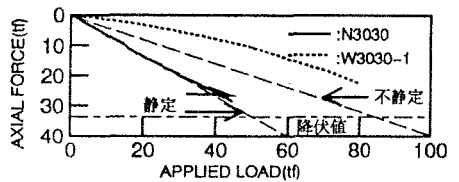


図4 作用荷重—荷重分担力(ダイアフラム)

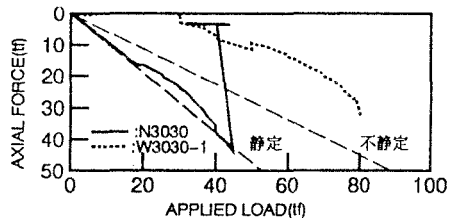


図5 作用荷重—荷重分担力(コアコンクリート)

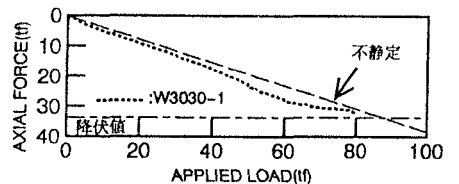


図6 作用荷重—荷重分担力(フルウェブ)

参考文献

- [1] コンクリートライブラリ73/鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案), 土木学会(1992)
- [2] 田辺忠顕, 檜井勇, 梅原秀哲, 二羽淳一郎: コンクリート構造, 朝倉書店(1992)