

CS-78

鋼・コンクリートサンドイッチ部材のせん断耐力実験

日立造船株式会社 正会員 山脇 学
 大阪市立大学工学部 フェロー 園田恵一郎
 大阪市立大学工学部 正会員 鬼頭 宏明
 銭高組 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/QD)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の溶接組立てさ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ヤ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用用のパネルを配し、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 、ダイヤフラム間隔 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桁の数字はダイヤフラム間隔(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。

表1 供試体諸元

供試体名	ダイヤフラム間隔S (mm)	奥行き幅B (mm)	S/D	B/D	着目パネル数n	フルウェブ	シアコネクタ	工期
N3030	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

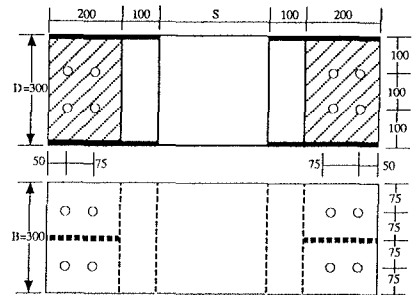


図1 供試体形状図(N型)

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

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2点載荷した。一方下方の2基のコンクリートアバット上にH型鋼のフレームを設け、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

鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案)[1](以下指針案)による算定耐力値と斜めひび割れ時および最大荷重時の実験値の相関関係を図3と図4に示す。図3のように、斜めひび割れ形成時の荷重値でその耐力を定義し算定値と比較すると、算定値は同等もしくは安全側の評価を与えた。更に図4のように最大荷重時でその耐力を定義し算定値と比較すると、算定値はすべての供試体において安全側の評価となるが、ダイアフラムとフルウェブが混在する供試体に対する算定値の評価がかなり安全側に位置する傾向が認められた。

また着目パネルを構成する各部材の分担力を求め、得られ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。また、実験から得られた各分担力と静定および不静定トラス理論値を対比した結果フルウェブが配置されていない供試体では、静定トラスモデル値により精度よく評価でき、一方フルウェブが配置されている供試体では、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、ダイアフラムとコアコンクリートでは差異を残す結果となった。

最後に本実験におけるコアコンクリートのひび割れ状況を図5に例示する。図示のようにコアコンクリート内の圧縮力を伝達する対角線に沿って斜めひび割れが発生し、それに付随して幾つかの供試体ではひび割れ端部近傍に圧縮破壊領域の形成が認められた。

5. まとめ

- (1) 全14体中大半を占める12体の供試体において、コアコンクリート内の圧縮力を伝達する対角線に沿って斜めひび割れが発生し、それに付随して幾つかの供試体ではひび割れ端部近傍に圧縮破壊領域の形成が認められた。
- (2) 斜めひびわれ形成時および最大荷重値での耐力を定義し、それらを算定値と比較した結果算定値は安全側の評価を与えたが、ダイアフラムとフルウェブが混在する場合ははじめ算定値の評価がかなり安全側に位置する傾向が認められた。

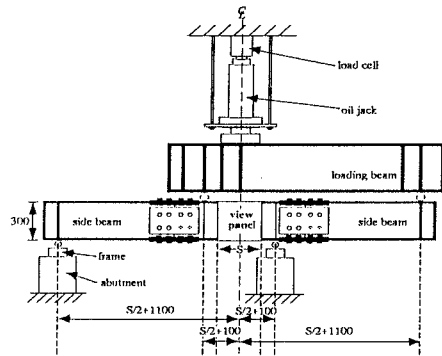


図2 載荷方式概要(N型)

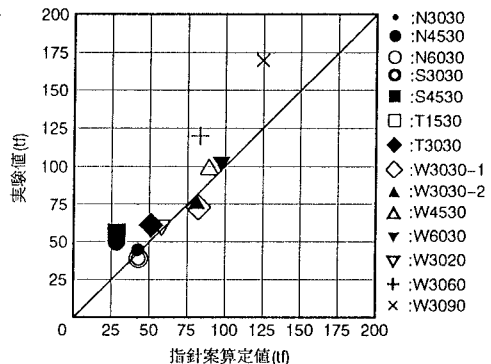


図3 相関図(斜めひび割れ時)

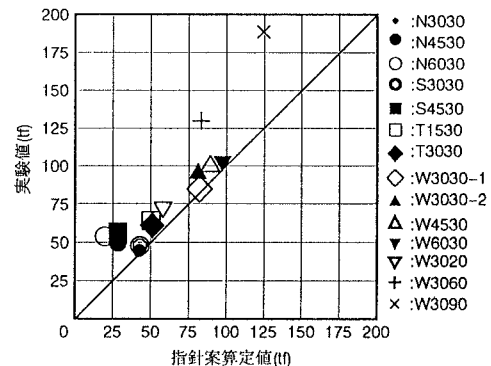


図4 相関図(最大荷重時)

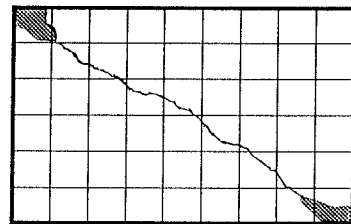


図5 ひび割れ状況(N4530)

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