

大阪市立大学工学部	学生員	○小西 直哉
大阪市立大学大学院工学研究科	正会員	角掛 久雄
大阪市立大学大学院	学生員	初鹿 将司
大阪市立大学大学院工学研究科	正会員	小林 治俊

1. はじめに

沈埋トンネルをはじめとし土木構造物に多く採用されるようになってきた鋼コンクリートサンドイッチ板は、外殻鋼板とコンクリートをダイヤフラムやリブにより構成された構造により利用される事が多い。しかし、近年溶接を伴うダイヤフラム等を用いず貫通させたボルトを利用し、形状保持やずれ止めの役割を担わせる構造のサンドイッチ板が、落石覆工[1]や橋梁床版[2]に適用されている。ただし、このボルトを用いた構造に対しては、対象構造物に合わせた荷重を载荷することにより必要とする性能評価に主眼をおいた研究がほとんどであり、基本的力学特性に着目した研究は少ない。そこで、ボルトを用いた鋼コンクリートサンドイッチ板を対象に、ボルト配置間隔の違いによる力学特性を検討するため、静的载荷実験を行った。

表-1 供試体一覧

名称	ボルト配置
sand-0	なし
sand-200	200 mm間隔
sand-150	150 mm間隔
sand-125	125 mm間隔
sand-100	100 mm間隔

2. 供試体概要

供試体は一辺 1,200 mm の正方形で外殻鋼板厚 3.2 mm, コアコンクリート厚 93.6 mm の全厚 100 mm である。実験変数はボルト間隔のみとし、表-1 に示すような 5 種類の供試体を作成した。ただし、sand-0 は、鋼とコンクリートを接着剤（ショーボンド#202）により付着させている。また、ボルトには M16 を用い、106 N・m のトルクを加えている。例として sand-100 供試体を図-1 に示す。図に示すように鋼板の中心線上と対角線上に沿って上下鋼板の外側にひずみゲージおよび変位計を設置し計測を行った。また本実験における载荷装置の概要を図-2 に示す。実験では純スパン 1,000 mm の四辺単純支持とし、载荷荷重を供試体の中心に円形部分分布荷重(φ150)として繰り返し漸増载荷により作用させた。表-2 に各部材の材料定数を示す。

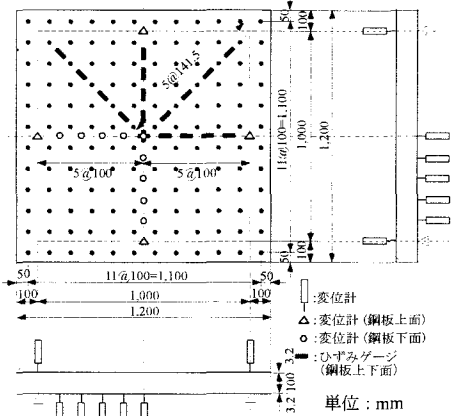


図-1 供試体概要 (sand-100)

3. 実験結果

写真-1 に sand-150 供試体の载荷終了後の上下面および下側コアコンクリートの状況を示す。上面の状況を見てみると全体的に下面側への変形は生じているものの、载荷点部における大きな変形が支配的であり、押し抜きせん断変形が顕著に現れていた。また、载荷荷重面に沿って鋼板の破断が生じており、この破断により最大荷重が支配される結果となった。次に下面側を見ると上面よりは全体的な変形が大きく、押し抜きせん断変形が顕著に現れてはいないが、コアコンクリートに押し抜きせん断が生じた事は分かる。ただし、ボルト間隔が小さくなる程、押し抜きせん断変形が顕著になっていた。次にコアコンクリートを見てみると、放射線状に広がるひび割れが確認できたが、実験時の側面コ

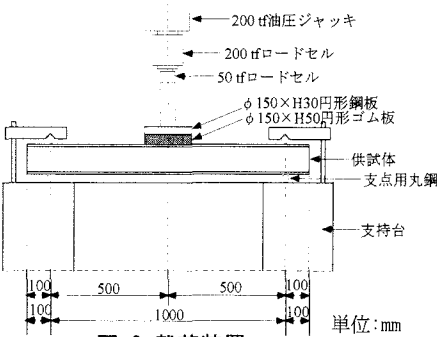
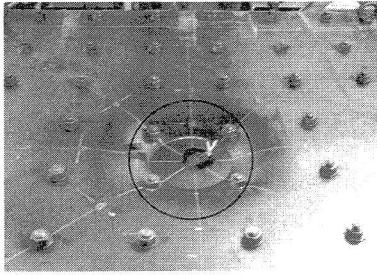


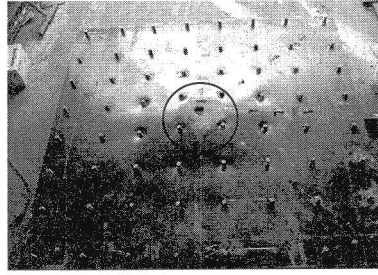
図-2 载荷装置

表-2 材料定数

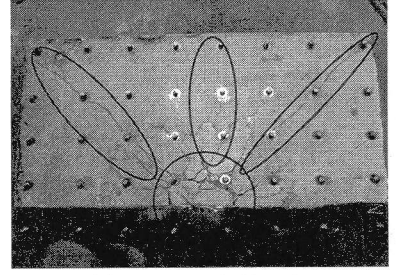
	圧縮強度 (MPa)	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	弾性係数 (GPa)	ポアソン比
コンクリート	28.7	—	2.2	27.4	0.208
鋼板 (SS400)	—	244.3	346.7	206.6	0.285
ボルト (M16)	—	443.0	526.1	203.1	—



(a) 上面



(b) 下面



(c) コアコンクリート

写真-1 破壊状況 (sand-150)

ンクリートの観察により、コアコンクリートにはまず中心線上から入った後に、対角線上に入ったものと思われる。さらに、載荷点（中心）付近には押し抜きせん断によるひび割れも生じていた。これらの傾向はボルトを設置した全ての供試体にみられた。なお、sand-0 は曲げによるひび割れしか確認できなかった。

次に各供試体の板中央下面変位の P- δ 包絡線を図-3 に示す。ただし sand-0 は降伏する前に下鋼板とコンクリートに付着切れが生じたので、その時点で実験を終了した。図より、ボルトを設置した全ての供試体は、70 kN 付近までは類似した挙動を示し、その後、ボルト間隔が大きいものから順次降伏している事が分かる。つまり、初降伏の値に対してはボルト間隔の影響が大きく現れるが、弾性レベルの挙動ではボルトの有無および量に対する差異はほとんど見られない結果となった。降伏後の挙動を見てみると sand-200, 150 ではほぼ一定の勾配で上昇しており、sand-125, 100 では変位 10~20 mm の間で荷重に減少が生じていた。20 mm 以降の変位ではボルトを用いた全ての供試体の勾配（剛性）は類似する結果となった。そこで、途中で荷重に減少がみられた sand-125 に着目し、載荷荷重ごとの下面の変形分布で検討することとし、図-4 に示した。図から分かるように荷重 350 kN までは局所的な変形は生じていないが、400 kN 以降では明らかに中央付近に大きな変形が生じている。これは中央変位約 12 mm 以降、荷重 350 kN まで作用させた後で押し抜きせん断変形が卓越したためと考えられる。図-3 において中央変位が 12 mm 付近で荷重 350 kN を超えてから一度小さくなり、かつ変形が進行していることから、この荷重が下がった時（○印）にコアコンクリートに押し抜きせん断変形が生じたと考えられる。sand-200, 150 においてはこのような明確に荷重が下がる変化点が現れていない。しかし、コアコンクリートには押し抜きせん断によるひび割れが生じている事から、本実験条件においてはボルト間隔が 125 mm と 150 mm の間で変形状が大きく異なる結果になった。

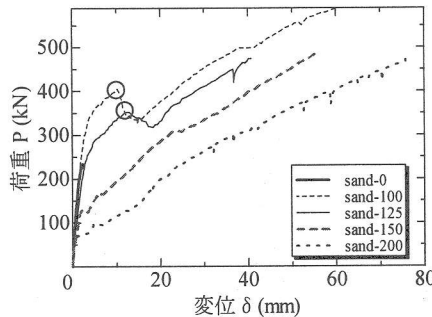


図-3 各供試体下面中央変位

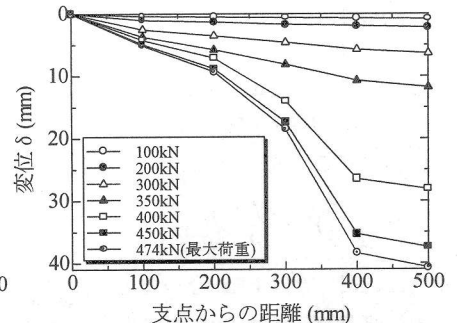


図-4 下面変位分布 (sand-125)

4. まとめ

ボルト間隔がサンドイッチ板の変形状に与える影響を検討するため静的載荷実験を行った結果を以下に示す。

- 1) 全供試体においてコアコンクリートには、曲げひび割れおよび押し抜きせん断ひび割れが生じた。
- 2) 弾性変形については、ボルトの有無および量に対する差異はほとんど見られなかった。
- 3) 初降伏荷重および初降伏後の変形状に対しては、ボルト間隔が大きな影響を与えた。

参考文献 1) 池田, 今野, 温泉, 岸: 実規模鋼コンクリート合成ロックシェッドの重錘落下実験, 第 5 回構造物の衝撃問題に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp. 245-250, 2000.6 2) 近藤, 温泉, 池田, 三田村, 松井: ハーフプレハブ化した鋼コンクリートサンドイッチ床版, 第 4 回複合構造に関するシンポジウム講演論文集, 土木学会, pp. 255-258, 1999.11