

鋼とコンクリートのサンドイッチ合成板の繰返し曲げ載荷試験

岐阜大学工学部 正員 奈良 敬 岐阜大学工学部 正員 村上 茂之
 (株)北川ヒューテック 正員 岡寄 孝和 岐阜大学大学院 学生員 岡田 豊
 国土交通省中部地方整備局 正員 大前 伸友

1.はじめに

外殻材として鋼板,コア材としてコンクリートを使用したサンドイッチ合成板は,鋼板とコンクリートのシアコネクターとしてスタッドボルトを用いることによって外力に対して抵抗する構造であり,近年,土木構造物においても採用されつつある¹⁾.このような構造を採用することは,外殻材をそのまま鋼製型枠として使用できることや鋼板が構造の一部であるので,現場での工期短縮による製作コストの縮減や液密性の向上に期待できる.

ここでは,サンドイッチ合成構造の板モジュールを対象とし,地震時を考慮し,繰返し曲げ挙動,繰返し荷重が合成効果に与える影響,およびその強度と耐久性について繰返し曲げ載荷試験によって検討を行った結果について報告する.

2.実験概要

4点載荷の載荷装置を図-1に示す.支点から丸鋼棒までの距離を2,270mmとし,載荷はサーボ試験機を用いて荷重を載荷梁から双方の丸鋼棒に均等に伝えることで供試体に一樣な曲げを与えた.また,載荷装置端部には上下に支点を設けた.これにより,荷重が上下どちらの向きの時でも4点載荷であるので,繰返し曲げ載荷を可能とした.

表-1に2体の供試体「S30A-1」「S30A-2」の構造諸元を示す.スタッドボルトは,長さ30mmのスタッドボルトと長さ90mmの頭つきスタッドボルトを連結したものを使用した.スタッド間隔については,鋼板が降伏応力度に達するまで座屈が生じないように,別途数値解析を実施して決定した.繰返し荷重については,自重を荷重と考慮して正負等振幅で漸増させながら載荷した.このとき漸増幅は14.7kN,同一荷重の繰返し数は3回,最大荷重は147kNとした.この実験では,図-2に示す箇所の供試体のひずみ,供試体中央のたわみの計測を行った.図中印がひずみゲージ,印がスタッドボルト位置を示す.写真-1に実験時の状況を示す.

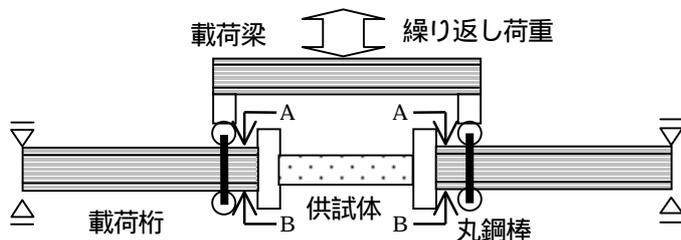


図-1 実験概略図

表-1 供試体諸元

鋼板(SS400)	寸法(mm)	1524×900
	板厚(mm)	9
	降伏応力度(MPa)	286
コンクリート	厚さ(mm)	150
	基準強度(MPa)	31.2
スタッドボルト(SHA08E)	配置間隔(mm)	300
	本数(上)	15
	本数(下)	8
	降伏応力度(MPa)	411

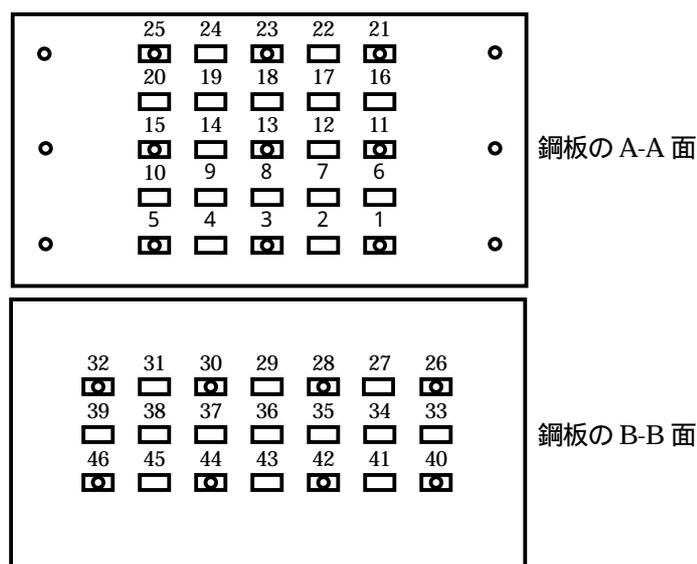


図-2 鋼板のひずみゲージ貼り付け位置

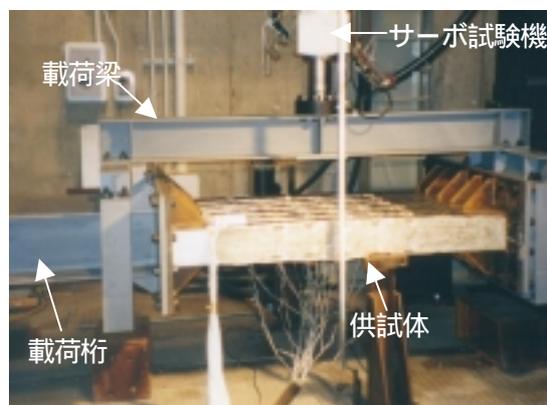


写真-1 実験風景

キーワード(合成構造,サンドイッチ合成板,繰返し曲げ荷重,板座屈,ずれどめ)
 連絡先(〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 TEL 058-293-2405 FAX 058-293-2425)

荷重 - ひずみ関係が線形挙動を示す箇所において、荷重 - ひずみ関係の傾きを長手方向で比較すると、それらの値はほぼ等しく、供試体に一樣の曲げが与えられていることを確認した。また、繰り返し載荷試験の前に実施した予備実験で得られた荷重 - ひずみ関係の勾配は、上側鋼板で平均値が $0.284 \times 10^6 \text{kN}$ 、下側鋼板で平均値が $-0.276 \times 10^6 \text{kN}$ となり、計算値の $\pm 0.284 \times 10^6 \text{kN}$ とほぼ等しいことから、供試体に想定通りの曲げ荷重が導入されていることがわかった。

3. 実験結果とその考察

供試体に設置した変位計の測定結果では、図 - 3 に示すように荷重と供試体のたわみの関係は、常に線形関係を示した。荷重が増えていないにも関わらず、変位が増大している現象が見られるのは、荷重の正負が反転する際、供試体と載荷桁が上下の支承の間隙分だけ上下に移動するためである。また、載荷途中において、鋼板の局部座屈および供試体の破壊は認められず、鋼板の塑性化あるいは鋼板とコンクリートの剥離等に起因するサンドイッチ構造の明瞭な剛性低下も認められなかった。

一方、鋼板に貼り付けたひずみゲージの測定結果では、図 - 4 に示すような荷重 - ひずみの関係を示していたが、支点に近いスタッドボルト上（図 - 2 に示すひずみゲージ番号 No.1, No.5, No.11, No.15, No.21, No.25, No.26, No.32, No.40, No.46）では、図 - 5 に示すような荷重 - ひずみ関係を示した。

そこで、実験終了後の供試体から直径 100mm のコアを数本採取し、それを輪切りにした断面を観察して、スタッドボルト近傍のコンクリートの破壊状態を確認した。図 - 5 に示すような挙動を示した図 - 2 中のひずみゲージ No.32, No.46 の位置では、コンクリートは写真 - 2 に示すように、スタッドボルト途中のナットからせん断破壊を起こしていた。これは、鋼板とコンクリートの間に働くせん断力によって生じたものであり、ナットがせん断に抵抗する役割を果たしていたことになる。しかし、スタッドボルトと鋼板の接合は健全であり、また図 - 3, 図 - 4 から、合成板としては十分に機能していたといえる。なお、これら以外の箇所（No.13, No.44）では写真 - 3 に示すように上述のような破壊は認められなかった。

よって、今回採用した構造モジュールは、鋼材の許容応力度（137MPa）を超えても強度に問題はなく、また地震のような突然の大きな荷重により内部的損傷が生じた後も、構造体として剛性を維持し続けることが期待できる。

4. 結論

今回の鋼とコンクリートのサンドイッチ合成板の繰り返し曲げ載荷試験から、その繰り返し曲げ特性に対して、以下のことが分かった。

- (1) 今回の実験で採用した構造のサンドイッチ合成板には、十分な曲げ強度と耐久性があり、2体の供試体に対し、一樣の曲げを与えることができ、同様な結果を得ることができた。
- (2) ナットで連結したスタッドボルトは、コンクリートのせん断破壊に対して有効であり、鋼板とコンクリートの剥離後やコンクリートのせん断破壊後もサンドイッチ合成板の剛性は低下することなく、合成効果を維持していた。

謝辞 本研究は、岐阜県 R S P 事業ならびに岐阜大学地域共同研究センターにおける民間企業との共同研究の一環として行ったものである。実験に協力いただいた関係者各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 土木学会：鋼・コンクリート合成構造の設計ガイドライン，構造力学シリーズ3，1989年3月。

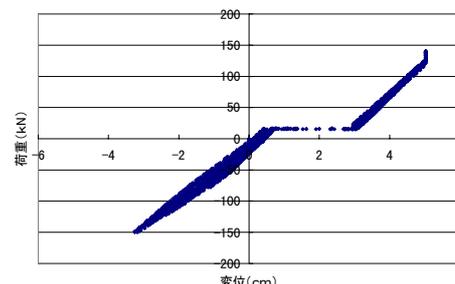


図 - 3 荷重-変位関係

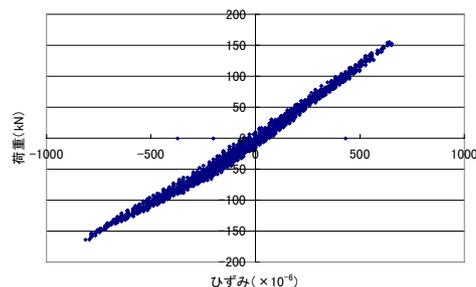


図 - 4 荷重-ひずみ関係の一例

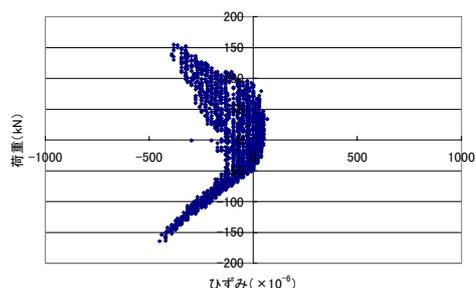


図 - 5 荷重-ひずみ関係
(スタッドボルト直上)



写真 - 2 コアスタッド位置
の供試体切断面（せん断破壊）



写真 - 3 コアスタッド位置
の供試体切断面（健全な状態）