

鋼コンクリートサンドイッチ床版の終局挙動解析

長崎大学 大学院

学生会員

○小嶋 悟

長崎大学 工学部

正会員

松田 浩

ショーボンド建設(株)

正会員

佐野 正・山下 幸生

長崎大学 大学院

学生会員

松田 貴志

1. はじめに

鋼は、引張領域での強度と塑性変形性には優れているが、圧縮領域では座屈に支配され、強度と塑性変形性に優れているとはいえない。一方、コンクリートは、安価であるが、圧縮強度に比べて引張り強度が著しく小さい。

鋼コンクリートサンドイッチ構造は、これら単一の材料を合成することにより、両者の短所を補い、単一の材料では得ることのできない望ましい力学的特性を兼ね備えた、経済的にも優れた合成構造である。また、部材厚による軽量化、鋼板を型枠として兼用できることによる工期の短縮化など、多くの利点も有しており、歴史が比較的新しく、明確な設計規準類が未だ確立されていないだけに、大きな期待が寄せられる。

本研究で用いたサンドイッチ構造は、高力ボルトを用いて、高力高ナットを上下の鋼板に接合し、コンクリートを充填した構造であり、高力高ナットの配置間隔が耐力特性に及ぼす影響を、実験ならびに汎用 FEM コード (MARC) により検討した結果を報告する。

2. 実験

2.1. 実験概要

供試体の種類を表 1 に示す。

表 1 供試体の種類

	s(mm)	h(mm)	t(mm)	l(mm)	b _w (mm)
A-type	200	162	5.8	1400	600
B-type	300				

s : 高力高ナットの配置間隔 h : 供試体の全厚
t : 上下鋼板厚 l : 支間長 b_w : 供試体の幅

実験モデル及び荷重方法を図 1 に示す。実験モデルは、長さ 1800 mm、幅 600 mm および厚さ 162 mm (コンクリート厚 150.4 mm) とし、ナット間隔は 200 mm 及び 300 mm の 2 種類を用いた。荷重は、せん断スパン有効高さ比を 2.47 とする 2 点荷重とし、長さ

600 mm、幅 100 mm および厚さ 12 mm のベニヤ板を介して行った。表 2 に使用材料の物性値を示す。

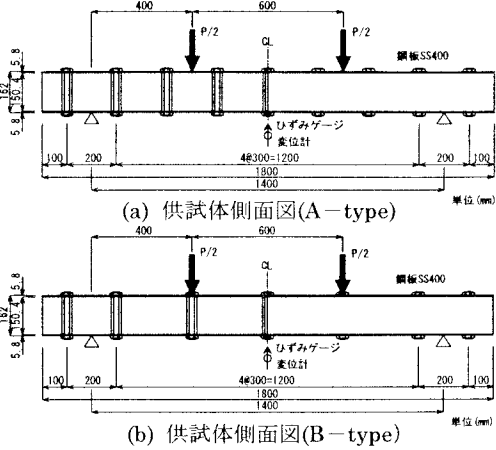


図 1 実験モデル

表 2 材料物性値

	E	ν	ρ	σ _y	σ _c	σ _u
	N/mm ²	—	Kg/mm ²	N/mm ²	N/mm ²	N/mm ²
鋼板(SS400)	203000	0.3	7.85E-06	343.5	397.5	—
高力高ナット	200000	0.3	7.85E-06	—	—	—
コンクリート	32600	0.182	2.35E-06	18.11	54.33	3.5

E : ヤング係数 σ_y : 降伏点 ν : ポアソン比

σ_c : 圧縮強度 ρ : 単位重量 σ_u : 引張強度

高力高ナットは、M22、長さ 150.4 mm であり、ボルトには、M22 の高力ボルトを使用している。高力高ナットと高力ボルトは、F10T 相当品(耐力:882N/mm²以上)である。形状及び寸法を図 2、表 3 に示す。

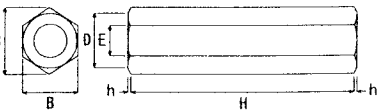


図 2 高力高ナット形状

表 3 高力高ナット寸法

B	C	D	E	H	h
35.7	41.2	35.8	22	150.4	2

(単位 mm)

コンクリートは厚さ 5.8 mm の上下鋼板を高力高ナ

ットと高力ボルトで接合した後、側面から打設した。また、鋼板とコンクリートを付着させないため、鋼板面と高力高ナットに離散剤を塗布した。

2.2. 実験結果

各供試体の荷重と変位の関係を図3に、荷重とひずみの関係を図4に、それぞれ示す。

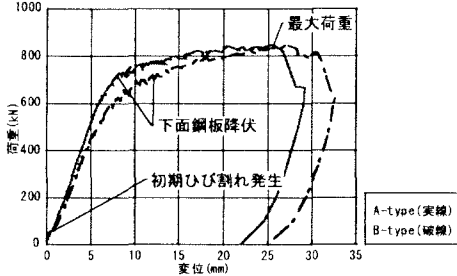


図3 荷重－変位の関係

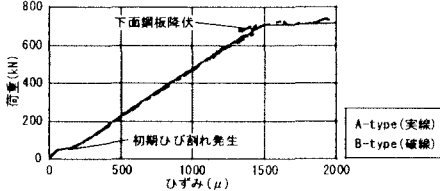


図4 荷重－ひずみの関係

初期ひび割れの発生荷重は、A-type が 55kN、B-type が 60kN であり、いずれもスパン中央の高力高ナット位置に発生した。その後、荷重が増加するにつれ、曲げ剛性に差異が生じ、A-type の曲げ剛性が B-type の曲げ剛性より大きい値を示した。また、せん断スパン内の高力高ナット位置にもひび割れが発生した。載荷を続けると、A-type では 400kN の時点で、B-type では 150kN の時点で、せん断スパン内の高力高ナット位置の上方から支点方向に向かって斜めひび割れを確認できたが、荷重と変位の関係には大きな変化が見られなかった。さらに載荷を続けると、A-type では 720kN、B-type では 620kN の時点で、各供試体が降伏し始めた。その後も荷重は漸増し、鋼板とコンクリートの間に隙間が発生、さらにひび割れに段差も生じた。最大荷重は、A-type が 805kN、B-type が 809kN とほぼ同等であり、載荷点と支点とを結ぶ、斜めひび割れの発生に伴って荷重が低下した。

3. 解析

3.1. 解析概要

実験モデルを忠実に再現するため、中空状態における載荷実験を通して、細部におけるモデル化の影

響を評価し、解析モデルを作成した。作成した解析モデルを図5に示す。

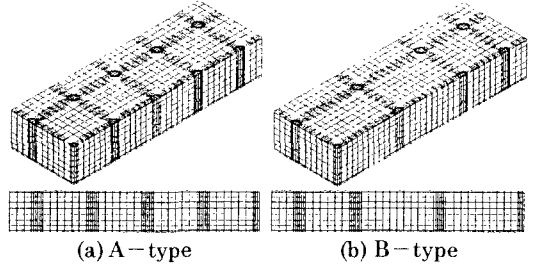


図5 解析モデル（4分の1モデル）

ボルトの締め方によるせん断強度の不均一化を防止するため、高力高ボルトの断面形状は円形（図6）とし、中空状態の解析結果において非常に大きな影響を示した鋼板とボルトの接合部も忠実に再現した。図6 ボルト断面形状 また、付着防止に塗布した離散材の影響を考慮するため、異種材料の要素間に接触要素を用いた。

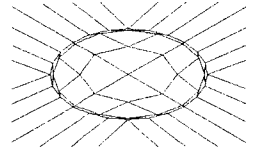


図6 ボルト断面形状

3.2. 解析結果

A-type についてのみ行った解析結果と、実験値とを比較した、荷重と変位の関係を図7に示す。

初期ひび割れの発生の差異により、実験値よりも全体的にやや剛な挙動を示したものの、大まかな挙動を再現することができた。

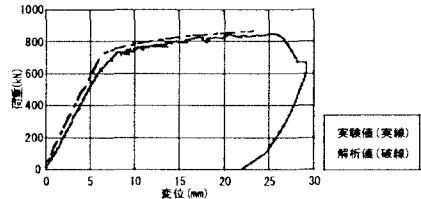


図7 荷重－変位の関係（実験値と解析値の比較）

4. まとめ及び今後の展望

鋼コンクリートサンドイッチ構造におけるナット間隔は、最大荷重に大きな差異はないものの、せん断強度及び靱性に大きく影響をもたらすことがわかった。解析においては、コンクリートの引張軟化を再定義するとともに、解析モデルを確立し、最適化設計を行う予定である。

参考文献

- 1) 鋼構造物設計指針 PARTB、合成構造物土木学会、1977
- 2) 破壊力学の応用研究委員会 報告書、(社)日本コンクリート工学協会、1993