

CS 101 試験方法による山形鋼ズレ止めの耐荷力の相違

新日本製鐵株式会社 ○木村秀雄 小島一雄
運輸省港湾技術研究所 清宮 理

1. はじめに

合成構造沈埋函や合成版式ケーソンのように外殻鋼板とコンクリートを合成する構造では、製作・施工上の必要性から鋼板を形鋼で補剛する。これらの形鋼にはコンクリートの充填性を考慮して平鋼や山形鋼を用いることを想定しているが、これらはまた完成系で鋼板とコンクリートを合成するズレ止めとして機能する。

形鋼によるズレ止めについては、筆者らの1人によって従来のスタッドジベルの押し抜き剪断試験に準じた方法（鋼板の面外方向への変形拘束が大きい場合）で、種々の形鋼の剪断伝達能力が示されている。¹⁾

一方、鋼板の面外方向への変形拘束が小さい場合については平鋼のズレ止めについて実験と有限要素解析から剪断伝達能力の推定式が提案されている。²⁾

そこで、既に試験結果のある面外方向の変形拘束が大きい場合の山形鋼のズレ止めの剪断伝達能力との相違の有無の確認を目的に、面外方向の変形拘束の小さい試験方法によって山形鋼ズレ止め剪断試験を行ったのでその結果を紹介する。

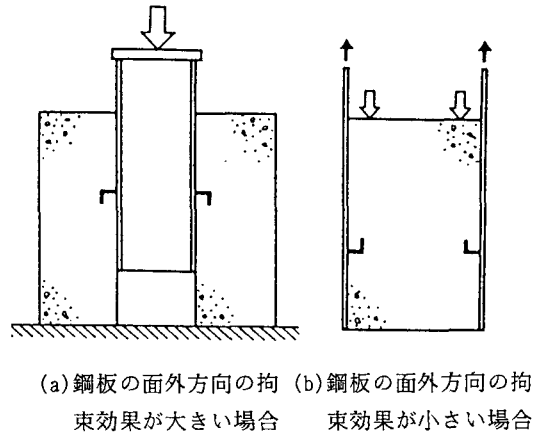


図-1 ズレ止めの押し抜き剪断試験

2. 実験方法の概要

供試体と載荷方法の概要を図-2に示す。供試体はコンクリートブロック（H1,200×B500×W250 mm）を両側から鋼板で挟んだ構造で、鋼とコンクリートは山形鋼のズレ止めによって連結されている。ズレ止めは鋼板に両側連続隅肉溶接で取り付けられている。

鋼材の材質はSS400材とした。コンクリートの設計基準強度は350kgf/cm²とし、粗骨材は碎石で最大寸法20mmである。なおコンクリートの中には鉄筋を配置していない。またコンクリートブロックと接する鋼板の面は錆を落とし、剥離剤を塗布した。今回試験を行った供試体の数は7種類の山形鋼に対し、山形鋼の向きを変えて総計14体である。

載荷は油圧ジャッキ（容量100tf）を用いて行い、コンクリートブロックを載荷桁によって鋼板から50mmの位置をローラーと鋼板を介して押し、反力は球座と反力桁を介して左右の鋼板に均等に伝達されるようにして、供試体が最終強度に達するまで静的・単調増加とした。計測項目（計測機器）は載荷荷重（油圧計）、ズレ止めの鉛直変位（変位計）、およびコンクリートのひび割れ進展状況（目視）である。

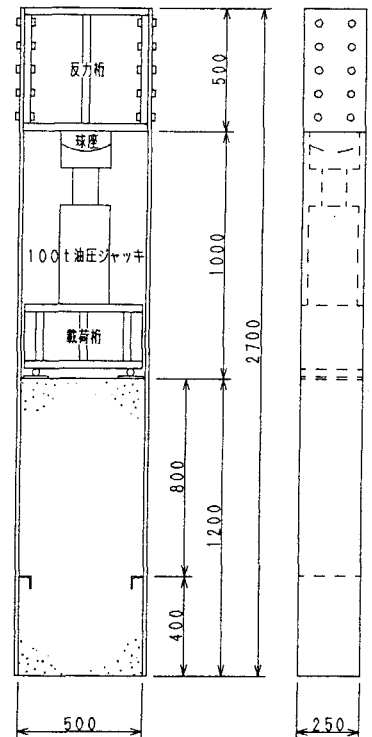


図-2 供試体と載荷方法

3. 実験結果と考察

各供試体の最終強度、破壊形態、実験時のコンクリートの圧縮強度、および鋼板・形鋼の板厚の一覧を計算値、既往の実験値と併せて表-1に示す。コンクリートの圧縮強度は円柱管理供試体（φ100×h200mm）の載荷試験による値を示している。

表-1 載荷試験結果

No.	山形鋼サイズ	f_c'	t_{sp}	t_{sc}	P_e	FT	$P_e^{(2)}$ ($P_e^{(2)}/P_e$)	$P_e^{(1)}$ ($P_e^{(1)}/P_e$)	$P_e^{(1)}$
LA-1	L40×40×3	396	9.0	2.55	31.4	A	24.9 (0.79)	37.7 (1.20)	46
LB-1	L40×40×3	410	9.0	2.55	27.1	B	25.4 (0.94)	38.3 (1.41)	—
LA-2	L40×40×5	396	9.0	4.52	34.7	A	36.3 (1.05)	50.2 (1.45)	54
LB-2	L40×40×5	410	9.0	4.52	27.3	B	36.9 (1.35)	51.0 (1.87)	60
LA-3	L50×50×4	396	9.0	3.58	32.3	A	33.7 (1.04)	44.6 (1.38)	52
LB-3	L50×50×4	410	9.0	3.58	27.8	B	34.2 (1.23)	45.4 (1.63)	52
LA-4	L50×50×6	396	9.0	5.58	35.0	A	42.5 (1.21)	55.7 (1.59)	62
LB-4	L50×50×6	410	9.0	5.58	27.1	B	43.2 (1.59)	56.7 (2.09)	68
LA-5	L75×75×6	396	9.0	5.51	35.3	A	48.4 (1.37)	55.4 (1.57)	60
LB-5	L75×75×6	410	9.0	5.51	31.3	B	49.2 (1.57)	56.4 (1.80)	—
LA-6	L75×75×9	396	9.0	8.48	36.1	A	57.6 (1.60)	68.7 (1.90)	82
LB-6	L75×75×9	410	9.0	8.48	32.2	B	58.7 (1.82)	69.9 (2.17)	—
LA-7	L75×75×12	396	9.0	11.64	35.0	A	66.1 (1.89)	80.5 (2.30)	102
LB-7	L75×75×12	410	9.0	11.64	34.7	B	67.3 (1.94)	81.9 (2.36)	—

f_c' : 実験時のコンクリート圧縮強度(kgf/cm²)

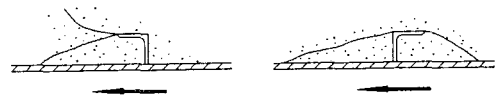
t_{sp} : 鋼板鋼板厚(mm)、 t_{sc} : 形鋼厚(mm)

P_e : 最終強度(tf)、FT: 破壊形態(図-3参照)

$P_e^{(2)}$: 参考文献2)による面外方向の変形拘束の小さい場合の平鋼ズレ止めでの計算値(tf)

$P_e^{(1)}$: 参考文献1)による面外方向の変形拘束の大きい場合の計算値(tf)

$P_e^{(1)}$: 既往の面外方向の変形拘束の大きい場合の実験値(tf)



A(供試体LAシリーズ) B(供試体LBシリーズ)
図-3 破壊形態

供試体はいずれもズレ止め前部のコンクリートが楔状に剪断破壊（パンチングシア型破壊）した。図-3に示したように山形鋼の向きによりズレ止め背部にも楔状の破壊が観察された。供試体LAシリーズではズレ止めの背後に楔状の破壊は現れていない。斜め剪断ひび割れも誘引しており、楔は比較的小さく全て山形鋼の先端からひび割れが発生している。また形鋼厚が小さい山形鋼の変形は大きい。これに対し供試体LBシリーズではズレ止め背後にも楔状の破壊を伴っている。斜め剪断ひび割れは誘引しておらず、楔は供試体LAシリーズと比べ大きい。形鋼内側のコンクリートブロックによる拘束を受け山形鋼の変形は小さい。また山形鋼が大きくなると楔状の発生点が山形鋼先端から根元付近に近づいてくる。

最終強度は鋼板の面外方向の拘束効果の大きい場合のそれと比べ全て小さくなっている。これは形鋼厚・サイズが大きくなる程著しく、試験方法によるズレ止めの耐荷力の差異は明かである。

鋼板の面外方向の拘束効果の小さい本試験では形鋼厚・サイズが大きくなっても最終強度はさほど向上しない。山形鋼の向きによる差異も認められ、供試体LBシリーズの方が全てやや小さくなっている。また平鋼ズレ止め実験に基づいて導かれた推定式を準用して試算した計算値も山形鋼厚・サイズが大きくなると過大な評価を与え、別途山形鋼の場合の耐荷力評価式が必要であろう。

4. おわりに

現在、実際の沈埋函で使用することが予想さるより大きな山形鋼サイズ（100～200mm）での実験を合成構造沈埋函に関する日本鋼管、宮地鐵工所、三菱重工を含めた5者共同研究の一環として準備中であり、本報文でのサイズの山形鋼の試験結果と合わせ面外方向の拘束効果の小さい場合の山形鋼ズレ止めの耐荷力評価式を取りまとめ提案する予定である。

参考文献

- 1) 清宮他：合成構造におけるシアコネクタの基本的な力学性状，第8回コンクリート工学年次講演会論文集，pp609～612，1986.
- 2) 上田他：形鋼シアコネクタの剪断強度，第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集，pp149～156，1989.