

機械式継手を塑性ヒンジ部内の同一断面に配置する工法へのSD490の適用性

株式会社フジタ
東京鉄鋼株式会社
東京鉄鋼土木株式会社
高知工科大学

正会員 ○笹谷 輝勝
正会員 後藤 隆臣
正会員 小倉 貴裕
フェロー 島 弘

1. はじめに

近年、鉄筋コンクリート造土木構造物については、鉄筋工事の施工合理化および施工品質向上の一手段として、鉄筋継手に機械式継手を採用し、継手位置を塑性ヒンジ部内の同一断面に配置（以下、同列配置）とする工法が検討されつつある。一方、耐震性向上の観点から過密配筋となる構造物が多くなる傾向にあり、主鉄筋比を低減してコンクリート打設時の充填性を確保する目的で高強度鉄筋の適用が検討されている¹⁾。

しかしながら、土木構造物を対象として、A級性能を有する機械式継手を塑性ヒンジ部で同列配置した場合の力学的性状を検討した事例²⁾はあるが、機械式継手を塑性ヒンジ部で同列配置した高強度鉄筋の適用性について検討された事例はない。そこで、壁部材を対象とした実大規模の試験体を用いて、継手位置を塑性ヒンジ部で同一断面に設けた高強度鉄筋SD490の適用性について検討した。

2. 実験概要

本実験では、ボックスカルバートの一部を切り出し、片持ち形式の壁試験体とした。壁部は図-1に示すように幅1,600mm、厚さ900mm、高さ2,290mmとし、せん断スパン比(a/d)を2.5とした。WJHはSD490を使用した試験体であり、WJNは主鉄筋にSD345を使用した比較試験体である。表-1に鉄筋の引張試験結果を示す。配筋は実物件を参考に、WJNの主鉄筋は、D32を10本片側に配筋し、WJHの主鉄筋は、WJNとM-φ曲線がほぼ同等となるように断面解析を行い、D29を9本片側に配筋した。引張鉄筋比は、WJNが0.62%、WJHが0.45%である。機械式継手は塑性ヒンジ部に同列配置した。継手位置は実施工を想定し、スタブから100mmの高さとした。配力鉄筋は、WJNおよびWJHともSD345のD19を使用し、250mm間隔で

配筋した。また、せん断補強鉄筋は、SD345のD16を使用し、片側を半円形フック、もう一方を直角フックとして、1段あたり5本配筋した。試験時のコンクリート強度は、WJNが27.6N/mm²、WJHが30.3N/mm²である。加力は、図-2に示す加力装置にて、変位制

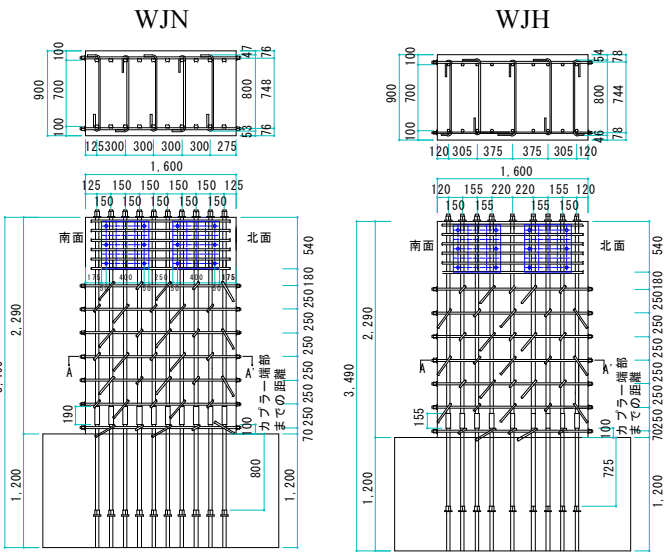


図-1 試験体概要

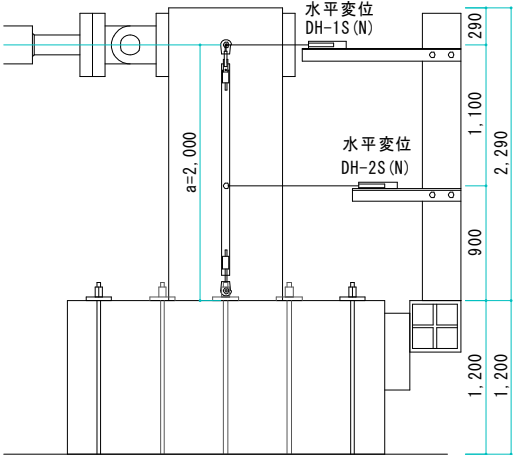


図-2 加力装置概要

表-1 鉄筋の引張試験結果

鉄筋	鋼種	鉄筋径	降伏点(N/mm ²)	引張強さ(N/mm ²)	弾性係数(kN/mm ²)	降伏ひずみ(μ)	伸び(%)
主鉄筋	SD345	D32	379	569	197	2,062	21
	SD490	D29	514	699	203	2,778	19
せん断補強鉄筋	SD345	D16	387	572	202	2,100	25
配力鉄筋	SD345	D19	366	529	202	1,904	20

表-2 実験結果

試験体名	加力方向	曲げひび割れ発生時		水平変位 10mm 時荷重	主鉄筋降伏ひずみ 到達時		最大荷重時		曲げ耐力時 計算値※	実験値/ 計算値
		P_{cr} (kN)	δ_{cr} (mm)	P'_y (kN)	P_y (kN)	δ_y (mm)	P_{max} (kN)	δ_{max} (mm)	$P=M_u/a$ (kN)	
WJN	正	269	0.7	1,137	1,137	10.0	1,318	78.4	1,180	1.12
	負	-277	-0.7	-1,097	-988	-8.4	-1,337	-69.8		1.13
WJH	正	271	0.7	954	1,056	12.6	1,218	20.1	1,175	1.04
	負	-265	-0.7	-975	-1,066	-13.2	-1,283	-69.1		1.09

※計算値には鉄筋およびコンクリートの実強度を用いた

御による正負交番荷重とした。軸力は、計画交通量区分が N7 の舗装厚と土かぶり 5m を想定しても、約 0.1N/mm^2 と非常に小さな軸力³⁾であることから、荷重しなかった。加力サイクルは、ひび割れ発生時および主鉄筋の弾性域で 1 回、それ以降は、WJN の主鉄筋が降伏ひずみに達した変位量を δ_y と定め、 $\delta_y \sim 4\delta_y$ まで各 3 回、 $5\delta_y$ 以降は各 1 回繰り返し荷重とした。なお、WJH の δ_y は、WJN で計測した δ_y と同じとした。

3. 実験結果

WJN の主鉄筋降伏時および最終加力時のひび割れ発生状況を図-3 に示す。図中のひび割れは、正側加力時を青線、負側加力時を赤線で示した。WJN は荷重 269kN 時に、WJH は荷重 271kN 時に曲げひび割れが発生した。その後、ひび割れ本数が増加した。WJN と WJH ではひび割れ性状に大きな違いはなかった。

実験結果一覧を表-2 に示す。WJN と WJH の主鉄筋の降伏ひずみ到達時の水平変位は各々 10.0mm と 12.6mm であった。最大荷重は、WJN が正負方向で 1,318kN、-1,337kN、WJH が 1,218kN、-1,283kN であった。終局曲げモーメント M_u は断面解析により算出した。実験値と計算値の比は、WJN が正負方向で 1.12、1.13 であったのに対し、WJH は 1.04、1.09 であり、ほぼ同等の値であった。これより、高強度鉄筋適用による主鉄筋比の低減かつねじ鉄筋継手を塑性ヒンジ部に同一断面に設けた場合においても、降伏変位は異なるが最大耐力は、ほぼ同等であることがわかった。

WJN および WJH の両試験体の履歴曲線を図-4 に示す。ひび割れ発生までの初期剛性は、WJN と WJH で同じである。その後の剛性は、WJN の主鉄筋比が 0.62% に対し WJH が 0.45% と鉄筋比の差より、WJN より剛性が幾分小さくなっている。両試験体とも水平変位が 90→100mm で、かぶりコンクリートが剥落し、荷重が低下するが、両試験体とも水平変位 80mm まで荷重が低下していないことがわかる。なお、荷重終了後に直角フックが曲げ戻されていることを確認した。

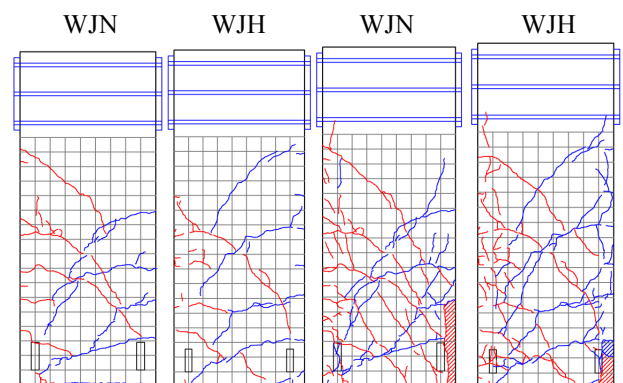
4. まとめ

- 1) ひび割れ性状は、WJN と WJH で大きな違いはなかった。
- 2) ひび割れ発生までの初期剛性は WJN と WJH で同じであった。ひび割れ発生後の剛性は、引張鉄筋比

の小さい WJH が多少低下した。

- 3) 両試験体とも水平変位が 90→100mm で、かぶりコンクリートが剥落し、荷重が低下するが、水平変位 80mm まで急激に荷重が低下しなかった。

これらより、本実験では、ねじ鉄筋継手を塑性ヒンジ部に同列配置した工法に対し、高強度鉄筋 SD490 を使用し引張鉄筋比を低減しても、ひび割れ性状、剛性、変形状には悪影響がなかった。



(a)WJN の主鉄筋降伏時 (b) 荷重終了時

図-3 ひび割れ発生状況

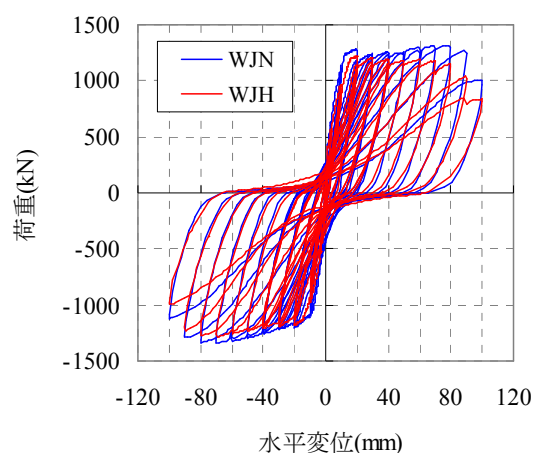


図-4 履歴曲線

<参考文献>

- 1) 村岡史朗, 小松正貴, 長尾千瑛: 橋梁下部工における高強度鉄筋の適用に関する検討, 土木学会第 66 回年次学術講演会, CS7-009, pp17-18, 2011.9
- 2) 後藤隆臣, 睦好宏史, 佐々木文雄: 形状の異なる機械式継手をを用いた鉄筋コンクリート部材の力学的性状に関する研究, 土木学会第 67 回年次学術講演会, V-228, pp455-456, 2012.9
- 3) 日本道路協会, 道路土工 カルバート工指針 (平成 21 年度版)