

## 開先付き異形棒鋼 WSD490 の溶接部熱影響確認試験報告書

2013年11月21日

株式会社クラウン  
株式会社ブレイブ  
北越メタル株式会社

## 1. 目的

本試験は、開先付き異形棒鋼 WSD490(以下、WSD490 という)が実際に使用される状態での溶接接合部の強度及び熱影響を確認するため、WSD490を一般に使用しているSM490A及びNSPP520B鋼材に、難易度の高い立向き姿勢で溶接施工マニュアルの溶接長さなどの規定に基づいて溶接した溶接接合部について引張試験及びビッカース硬さ試験を実施したものである。

## 2. 試験材

本試験に使用したWSD490の化学成分を表1、機械的性質を表2および溶接材料の規格を表3、溶接材料の化学成分を表4に示す。

表1. WSD490の化学成分値

種類の記号	溶鋼番号	化学成分(%)					
		C	Si	Mn	P	S	C+Mn/6
WSD490	14019	0.26	0.24	1.29	0.023	0.024	0.48
WSD490(製品規格)		0.26以下	0.45以下	1.32以下	0.040以下	0.040以下	0.48以下

表2. WSD490の機械的性質

種類の記号	降伏点又は0.2%耐力(N/mm <sup>2</sup> )	引張強さ(N/mm <sup>2</sup> )	降伏比(%)	伸び		曲げ性		
				試験片	(%)	曲げ角度	内側半径 <sup>注1)</sup>	
WSD490	490~625	655以上	80以下	14A号	WD32N:15以上 WD35N:15以上 WD38N:15以上	90°	WD25N 超え	3d

注1)dは、公称直径とする。

表3. 溶接材料の規格

ワイヤの種類	JIS規格 JIS Z 3313:2009	引張強さ規格 値(N/mm <sup>2</sup> )	使用溶接材料
フラックス入り ワイヤ	T59J1T1-1CA-N2M1-UH5	590以上	SF-60(日鐵住金)
	T49J0T1-1CA-UH5	490以上	SF-1・EX(日鐵住金)

表4. 溶接材料の化学成分

溶接材料	化学成分(%)									
	C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Mo	Cr	V
SF-60	0.05	0.52	1.52	0.010	0.004	0.33	0.48	0.01	0.02	0.02
規格値	0.15 以下	0.80 以下	2.25 以下	0.030 以下	0.030 以下	-	0.40~ 1.50	0.35 以下	0.20 以下	0.05 以下
SF-1・EX	0.06	0.54	1.45	0.018	0.012	0.30	-	-	-	-
規格値	0.18 以下	0.90 以下	2.00 以下	0.030 以下	0.030 以下	-	0.50 以下 <sup>注1)</sup>	0.30 以下 <sup>注1)</sup>	0.30 以下 <sup>注1)</sup>	0.08 以下 <sup>注1)</sup>

注1)JIS Z 3313では「意図的に添加しない場合は、報告しなくてもよい。」とされている。

注2)この化学成分は、溶接材料の検査証明書の「溶着金属の化学成分」の数値である。

3. 試験体の製作要領

3.1 試験体の鋼材材質、規格強度、寸法、溶接長及び試験体数

JIS Z 3841 SA-3V 資格者(梶原 義浩)に溶接施工を依頼し、表5に示す試験体を CO2 半自動溶接で製作する。試験体はフラックス入りワイヤの1回肉盛りで溶接をすることとする。

なお、試験体の製作は溶接施工マニュアルに従い、以下のとおり実施するものとする。

- (1)溶接姿勢 : 立向き溶接とする。
- (2)予熱 : 実施しない。
- (3)パス間温度管理 : 実施しない。
- (4)溶接作業者 : JIS Z 3841 SA-3V 資格者 梶原 義浩



表5. 試験体の鋼材材質、規格強度、寸法、溶接長及び試験体数

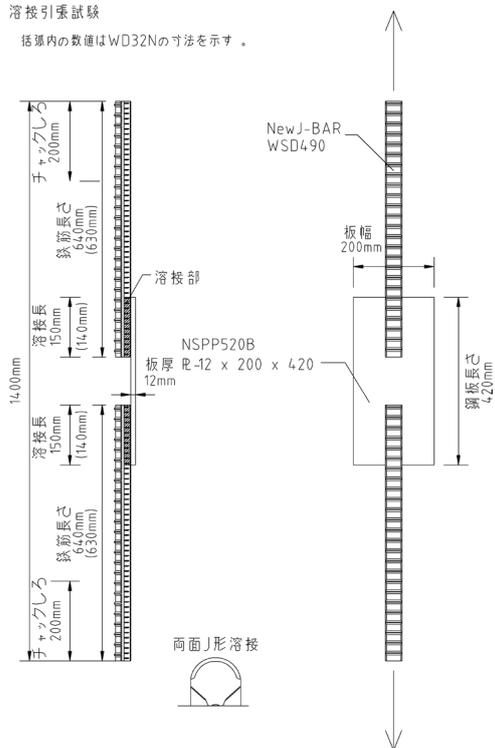
鋼材材質 幅×長さ (溶接材料)	鋼材強度 (N/mm <sup>2</sup> )	鋼材板厚 t(mm)	WSD490			試験体数
			鋼種	径	溶接長 Lw	
NSPP520B 200mm × 420mm (SF-60)	520	12.0	WSD490	WD32N	140mm	引張試験 5 体 硬さ試験 1 体
				WD38N	150mm	
SM490A 240mm × 420mm (SF-1・EX)	490	8.0	WSD490	WD32N	140mm	硬さ試験 1 体 引張試験 3 体
		12.0		WD38N	150mm	

3.2 試験体

試験体の構成および寸法を図1に示す。

WSD490 NSPP520B  
WD32N WD38N  
溶接引張試験

括弧内の数値はWD32Nの寸法を示す。



WSD490 SM490A  
WD32N WD38N  
溶接引張試験

括弧内の数値はWD32Nの寸法を示す。

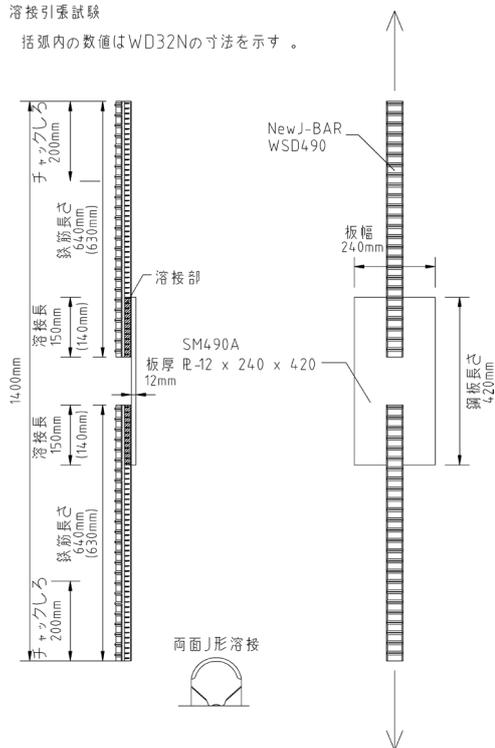


図1. 試験体の構成および寸法

### 3.3 試験体の製作

試験体製作日時： 1) NSPP520B の全試験体及び SM490A ビッカース試験体  
2012年7月7日、2012年7月14日  
2) SM490A 引張試験体  
2013年1月12日

試験体製作内容： 写真1に示すように、難易度の高い溶接作業といえる立向き姿勢での杭頭に溶接する  
実際の施工状況を再現した状態で製作をしている。



WSD490 位置合わせ



WSD490 組立溶接



本溶接



写真1. WSD490 試験体製作状況(立向き溶接)

#### 4. 試験要領

##### 4.1 ビッカース硬さ試験

- (1) 試験方法 : 図2に示す硬度測定位置のビッカース硬さを調査した。
- (2) 試験日 : 2012年7月17日、7月19日
- (3) 試験場所 : 新潟県工業技術総合研究所 中越技術支援センター
- (4) 試験責任者: 斎藤雄治

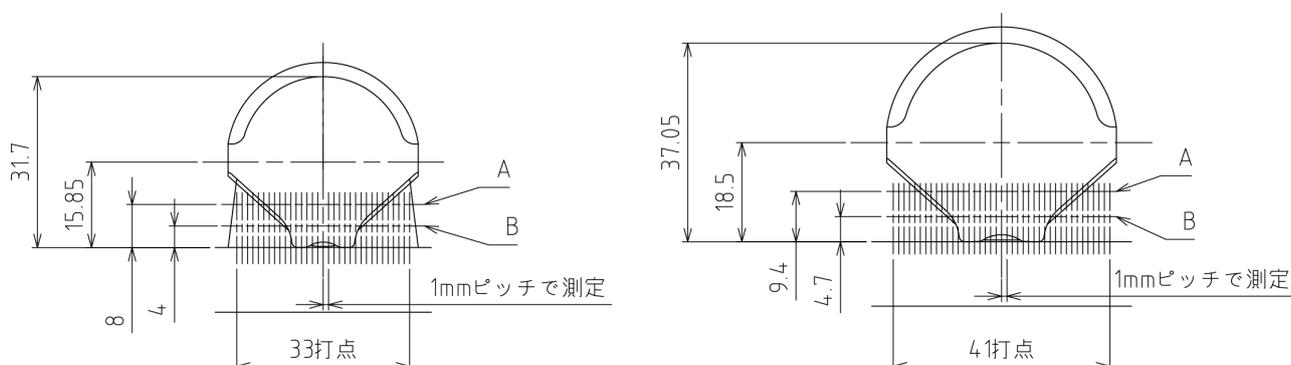


図2 ビッカース硬さの硬度測定位置

##### 4.2 溶接接合部の引張試験

- (1) 試験方法 : 試験体の両端の鉄筋側をチャッキングし、引張試験を行った。(JIS Z 2241)
- (2) 試験日 : 1) 鋼材材質(NSPP520B) 2012年7月26日  
2) 鋼材材質(SM490A) 2013年1月16日
- (3) 試験場所 : 一般財団法人 建材試験センター船橋試験室
- (4) 試験責任者: 小松和夫

#### 5. 試験結果

##### 5.1 ビッカース硬さ試験結果

各試験体のビッカース硬さの分布図を図3～図6に示す。

- (1) WD32Nの硬さの最高値は、鋼材 SM490A に溶接した場合で 269(HV)、鋼材 NSPP520B に溶接した場合で 248(HV)であった。
- (2) WD38Nの硬さの最高値は、鋼材 SM490A に溶接した場合で 257(HV)、鋼材 NSPP520B に溶接した場合で 269(HV)であった。
- (3) いずれの試験結果も割れなどの欠陥が発生しにくいとされている硬さ 350(HV)\*1 を大きく下回る結果が得られた。

\*1 電炉鉄筋棒鋼の研究・鉄筋棒鋼のアーケ溶接性: 社団法人日本鉄鋼連盟参照

## 5. 2 溶接接合部の引張試験結果

溶接接合部の引張試験結果を表6及び表7に示す。

写真2～14に試験体の引張試験前、試験後の破断状況および引張試験状況を示す。

各試験体とも棒鋼母材破断であり、溶接施工マニュアルに従い立向き溶接で WSD490 を SM490A 及び NSPP520B に溶接した溶接接合部は、降伏点が規格強度の基準値 490 N/mm<sup>2</sup>を上回ると共に引張強さの規格強度の基準値 655 N/mm<sup>2</sup>以上が作用した場合も破断しないことを確認した。

表6. 引張試験結果一覧(NSPP520B)

鉄筋	鋼材	番号	降伏点		引張強さ		破断位置
			kN	N/mm <sup>2</sup>	kN	N/mm <sup>2</sup>	
WD32N	NSPP520B	9-1	426	536	566	713	棒鋼母材
		9-2	427	538	566	713	棒鋼母材
		9-3	428	539	566	713	棒鋼母材
		9-4	426	536	566	713	棒鋼母材
		9-5	431	543	568	715	棒鋼母材
WD38N	NSPP520B	10-1	603	529	810	711	棒鋼母材
		10-2	606	532	809	710	棒鋼母材(溶接部端)
		10-3	602	528	809	710	棒鋼母材(溶接部端)
		10-4	604	530	809	710	棒鋼母材(溶接部端)
		10-5	604	530	797	699	棒鋼母材(溶接部端)
		基準値	-	490~625	-	655 以上	

表7. 引張試験結果一覧(SM490A)

鉄筋	鋼材	番号	降伏点		引張強さ		破断位置
			kN	N/mm <sup>2</sup>	kN	N/mm <sup>2</sup>	
WD32N	SM490A	12-1	434.0	546	576.0	725	棒鋼母材
		12-2	432.0	544	575.0	724	棒鋼母材
		12-3	433.0	545	576.0	725	棒鋼母材
WD38N	SM490A	13-1	616.0	540	826.0	725	棒鋼母材(溶接部端)
		13-2	618.0	542	825.0	724	棒鋼母材
		13-3	618.0	542	824.0	723	棒鋼母材(溶接部端)
		基準値	-	490~625	-	655 以上	

## 6. 考察

WD32N の試験体の破断位置は、全てにおいて母材部での破断が得られた。一方、WD38N においては、NSPP520B では 5 体中 4 体、SM490A では 3 体中 2 体において母材破断ではあるが、溶接部端での破断となった。これは、鉄筋径が大きくなることにより引張時に鋼板の変形による偏心荷重がより大きくなり、その結果、溶接部端に曲げの応力が多く作用したために、このような結果が生じたものと考えられる。

7. ビッカース硬さ分布図および試験写真

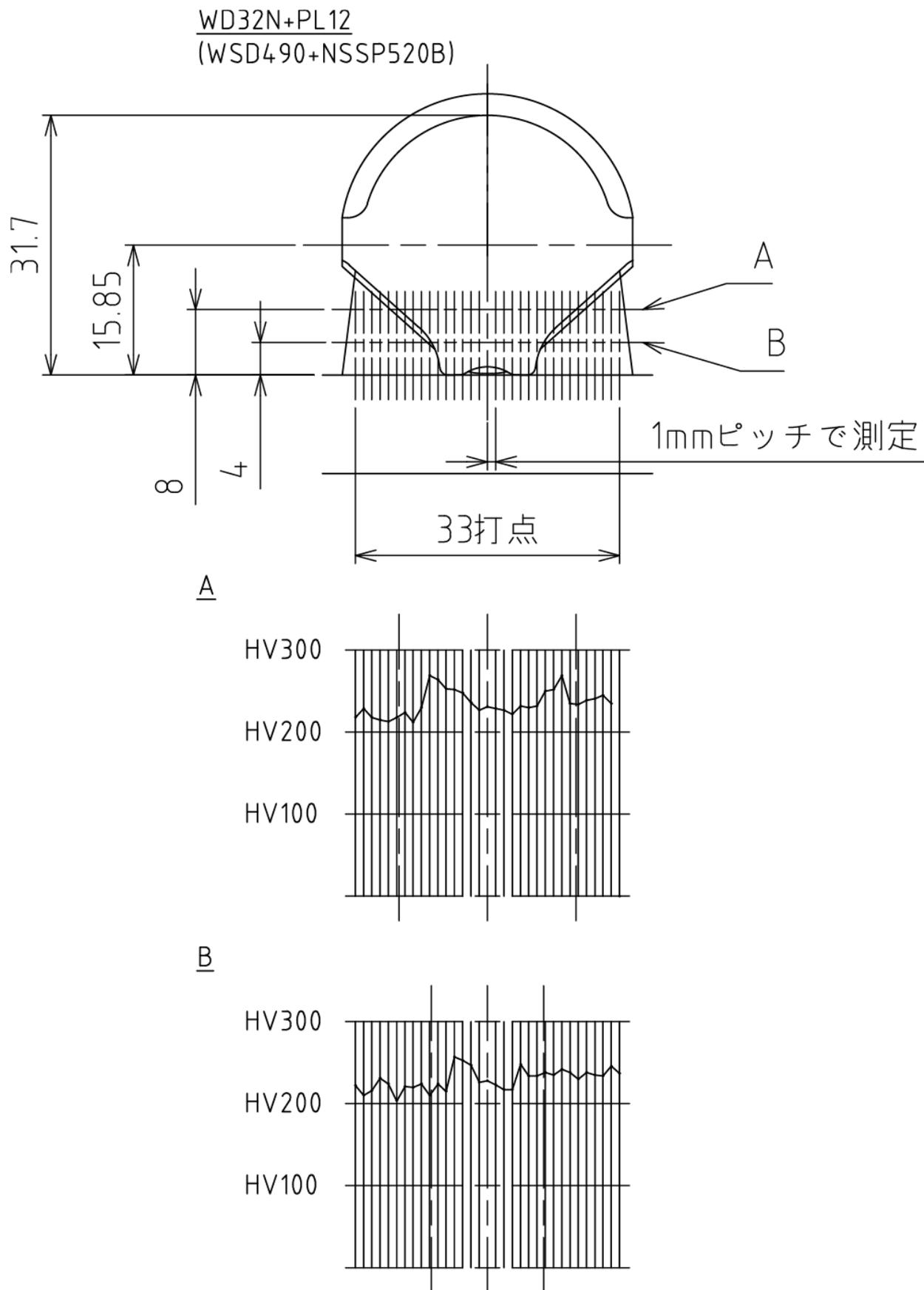


図3 鋼材(NSSP520B)に WSD490 WD32N を溶接した溶接部のビッカース硬さ分布図

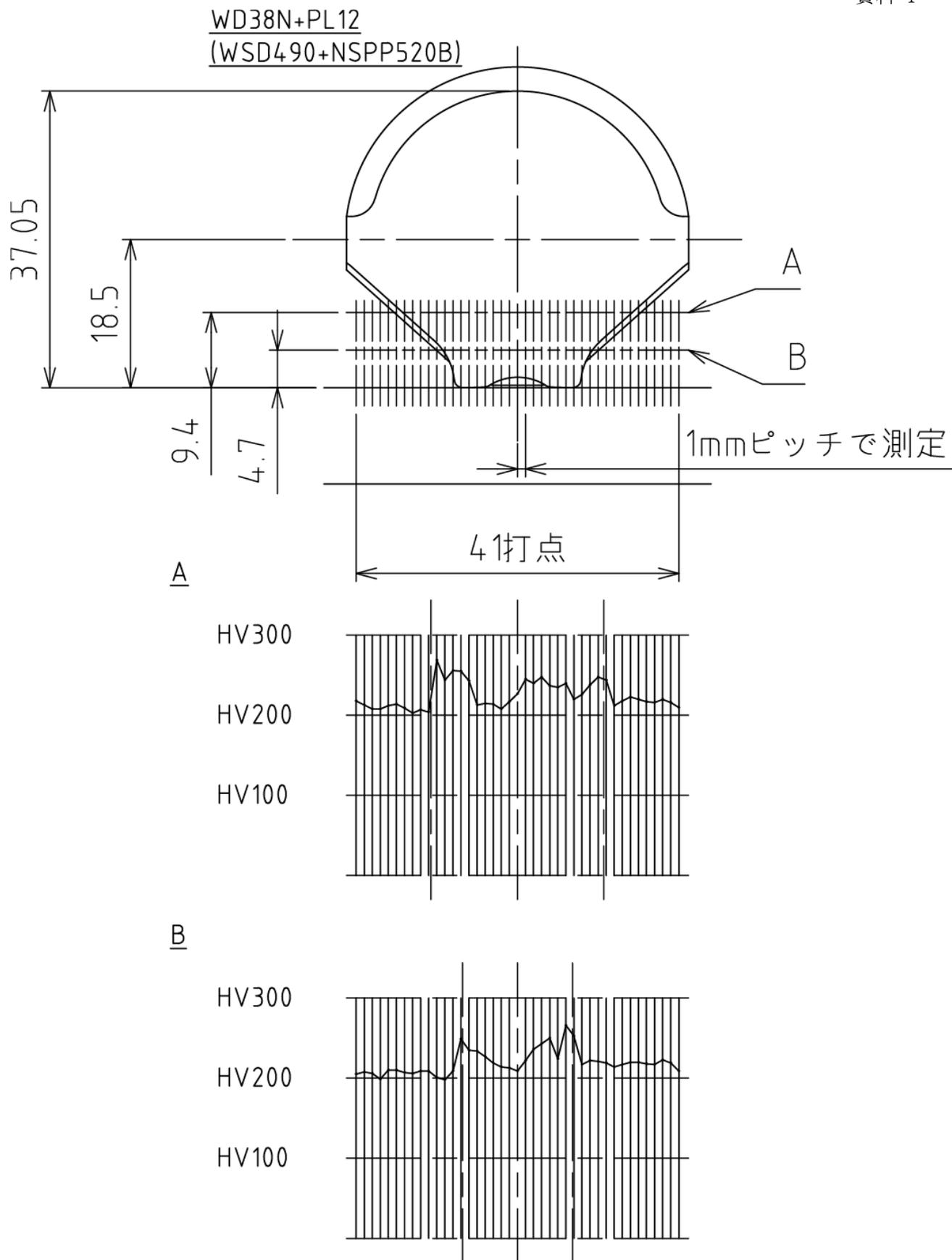
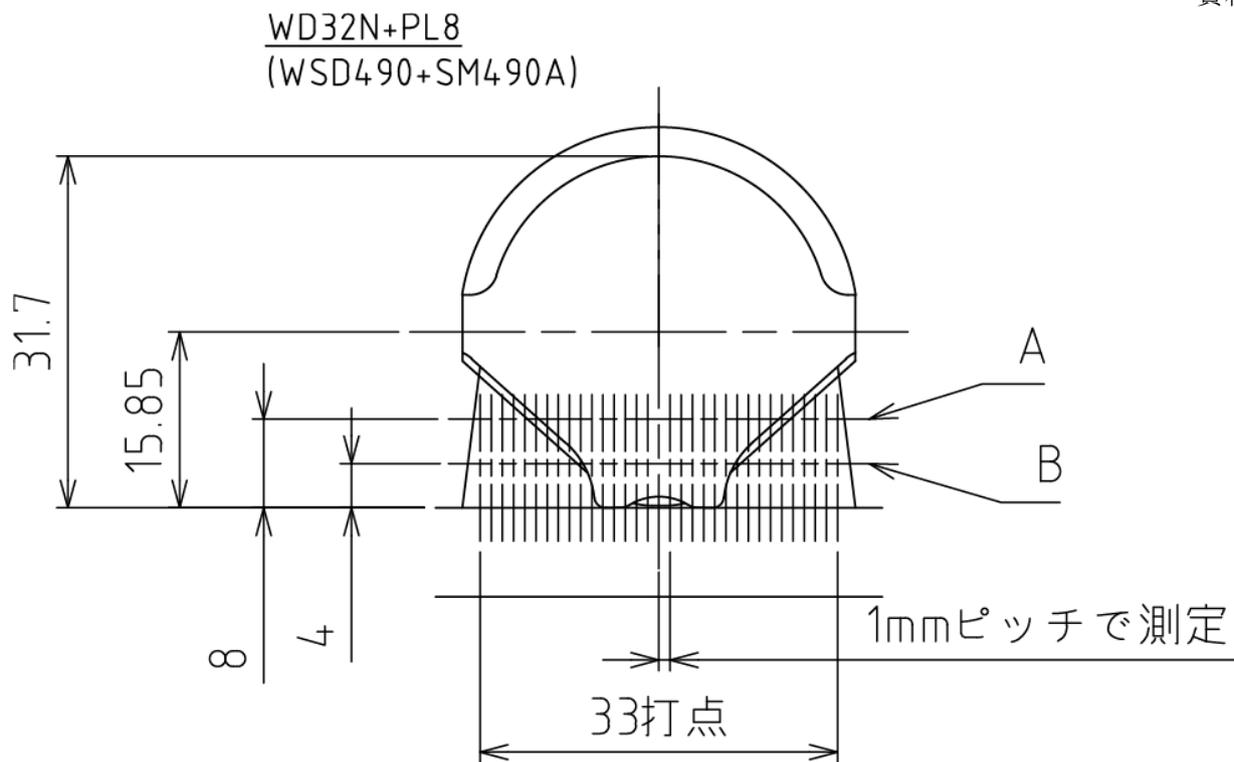
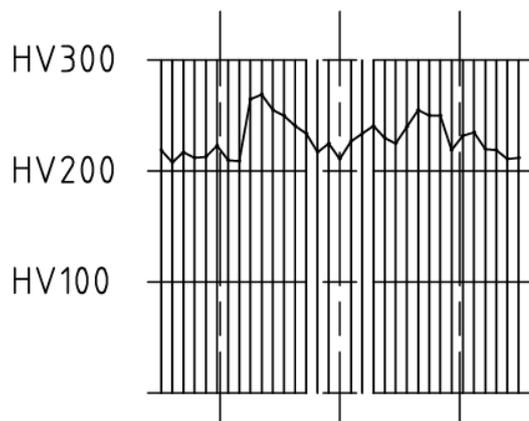


図4 鋼材(NSPP520B)に WSD490 WD38N を溶接した溶接部のビッカース硬さ分布図



A



B

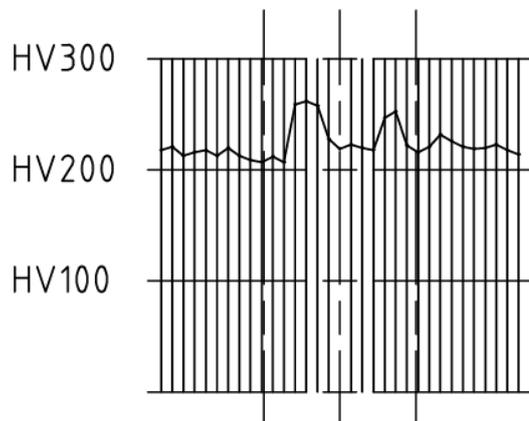


図5 鋼材(SM490A)に WSD490 WD32N を溶接した溶接部のビッカース硬さ分布図

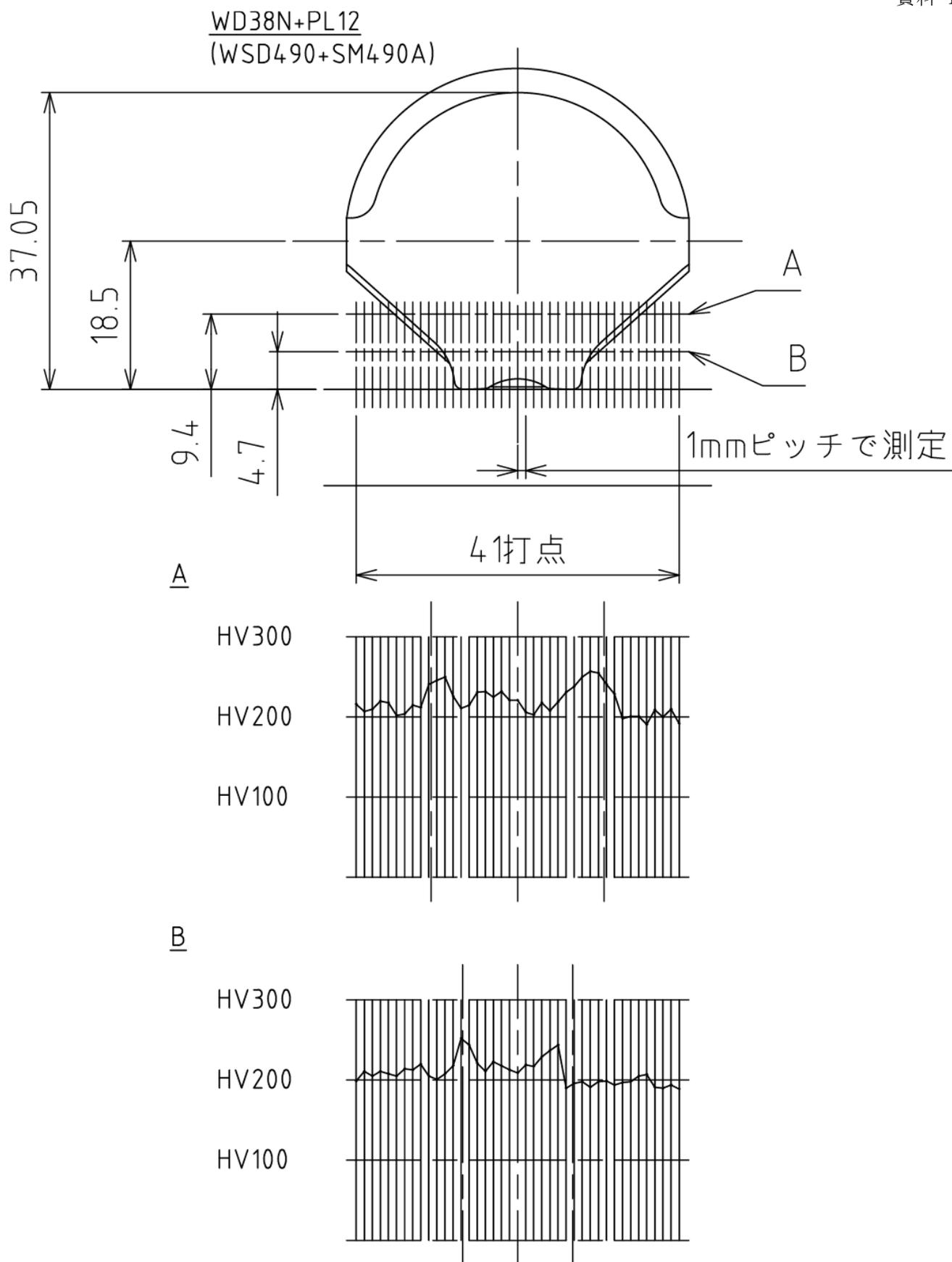


図6 鋼材(SM490A)に WSD490 WD38N を溶接した溶接部のビッカース硬さ分布図



写真4. 鋼材(NSPP520B)にWSD490 WD32N を溶接した溶接部の引張試験体



写真5. 鋼材(NSPP520B)にWSD490 WD32N を溶接した溶接部の引張試験体(破断状況)



写真6. 鋼材(NSPP520B)に WSD490 WD38N を溶接した溶接部の引張試験体



写真7. 鋼材(NSPP520B)に WSD490 WD38N を溶接した溶接部の引張試験体(破断状況)



写真10. 鋼材(SM490A)にWSD490 WD32Nを溶接した溶接部の引張試験体



写真11. 鋼材(SM490A)にWSD490 WD32Nを溶接した溶接部の引張試験体(破断状況)



写真12. 鋼材(SM490A)にWSD490 WD38Nを溶接した溶接部の引張試験体



写真13. 鋼材(SM490A)にWSD490 WD38Nを溶接した溶接部の引張試験体(破断状況)



写真14. 鋼材に開先付き異形棒鋼を溶接した溶接部の引張試験状況