

2章 実験概要

2.1 使用材料

実験には、2007年時点において国内で生産されているPC鋼棒の代表的な製品（異なる2社の製品）を用いた。それぞれ機械的性質はJIS G 3109に規定される普通鋼棒B種1号に相当する材料のものである。供試体の径は、それぞれ各鋼材種でφ26mm（一部φ25mm）、φ32mmの2種類の径を対象とした。鋼棒の種類としては、製造方法が異なる2種（圧延鋼棒、熱処理鋼棒）である。また定着部の影響を確認する目的で、PC鋼棒全体にねじ加工が施された「総ねじ鋼棒」と母材一般部はねじ加工されない丸鋼で定着部に転造ねじが施された「普通丸鋼棒」の両方の試験を行った。

以下に、試験に用いた供試体の概要を示す。（写真-2.1）また表-2.1, 2.2にPC鋼棒の機械的特性及び寸法（断面積）を示す。

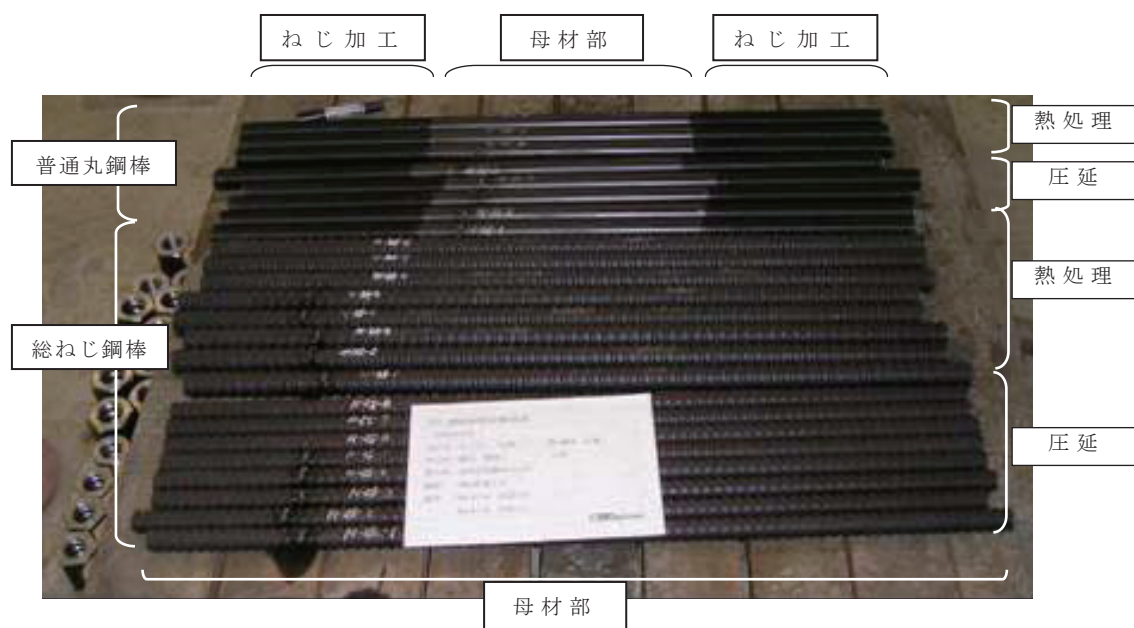


写真-2.1 実験に使用したPC鋼棒

表-2.1 使用 PC 鋼材の機械的特性（規格値及び試験成績証値）

鋼材種別		製造メーカー規格値						試験成績証値	
		母材部 引張試験					リラク セーション値	引張強さ (N/mm ²) ※1	
		呼び名 (径mm)	降伏点 (N/mm ²)	降伏点 荷重 (kN)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)		母材部	ねじ 加工部 ※2
圧延鋼棒	総ねじ	φ 26	930以上	494以上	1080以上	6.0以上	4.0以下	1174	-
		φ 32		748以上				1150	-
熱処理鋼棒		φ 25		472以上				1151	-
		φ 32		739以上				1130	-
圧延鋼棒	普通	φ 32	930以上	748以上	1080以上	5.0以上	4.0以下	1216	1235
熱処理鋼棒								1131	1124

*1: 引張強さの算出は以下とおり。

〔母材部〕

総ねじPC鋼材：破断耐力(荷重)/公称断面積

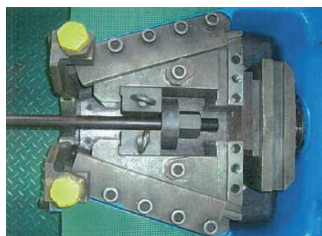
普通PC鋼材：破断耐力(荷重)/公称断面積と実測値の大きい方

〔ねじ加工部〕

破断耐力(荷重)/ねじ部の有効断面積 (760.8mm²)

(有効断面積は、JIS B 1082：ねじの有効断面積及び座面の負荷面積-M33×2の値である。)

*2：ねじ部の試験成績証値は、試験体と同ロットにより実施した定着部試験の結果である。



(定着部試験 参考写真)

表-2.2 使用 PC 鋼材の断面寸法（規格値および試験成績証値）

鋼材種別		製造メーカー規格値			試験成績証
		母材部		ねじ加工部	母材部
		呼び名 (径mm)	公称 断面積 (mm ²)	有効 断面積 (mm ²)	断面積 (mm ²)
圧延鋼棒	総ねじ	φ 26	530.9	-	-
		φ 32	804.2	-	-
熱処理鋼棒		φ 25	506.7	-	-
		φ 32	794.2	-	-
圧延鋼棒	普通	φ 32	804.2	789.3	813.5
熱処理鋼棒					778.8

2.2 入熱の方法

実験では、実施工において十分な検討を行うことなく不用意に PC 鋼棒に熱影響を与える可能性が高い条件の想定として、小規模な仮止め溶接程度の熱影響を模擬することとした。

PC 鋼棒と鉄筋 (D13-SD345) を一般的な溶接材 (JIS Z 3211 D4303 : 軟鋼用被覆アーク溶接 [神戸製鋼製 NEW ZERO DE-44 3.2×350mm]) を用いて約 4 秒の時間で溶接した。その後 PC 鋼棒と鉄筋をハンマーで叩いて取り外した。溶接部の寸法は約 4×10mm 程度であり、PC 鋼棒の母材が鉄筋の取り外しに伴って欠損することはなく、いずれも溶接金属部で分離した。

実験で使用した溶接材料の機械的性質、規格および化学成分を表-2.3、2.4 に示す。

表-2.3 溶接材に用いる溶着金属の機械的性質

降伏点 (N/mm ²)	引張強さ (N/mm ²)	伸び (%)	吸収エネルギー (J)
410 (345 以上)	460 (420 以上)	32 (22 以上)	110 (24 以上)

() : JIS に定められた規格値を示す。

表-2.4 本試験に用いた溶着金属の化学成分の例 (%)

C	Si	Mn	P	S
0.08	0.14	0.34	0.014	0.009

なお、このような小さな溶接では入熱量や熱影響範囲を一定の条件で制御することは困難である。また、想定している実施工で行われる可能性が高い仮止め等の簡易な溶接の入熱条件は大きくばらつくことが考えられる。そのため、実験には各条件において 5 本の溶接供試体を作製し、それらのうちから外観上溶接による熱影響範囲が概ね同じ程度と考えられるものを最大 3 本選定して引張試験用の供試体とした。

入熱作業状況を写真-2.2~2.4 に示し、圧延鋼棒の入熱後の状態の一例を鋼材形状及び径事に写真-2.5 に、熱処理鋼棒を写真-2.6 に示す。



写真-2.2 PC鋼棒と鉄筋の溶接状況の例

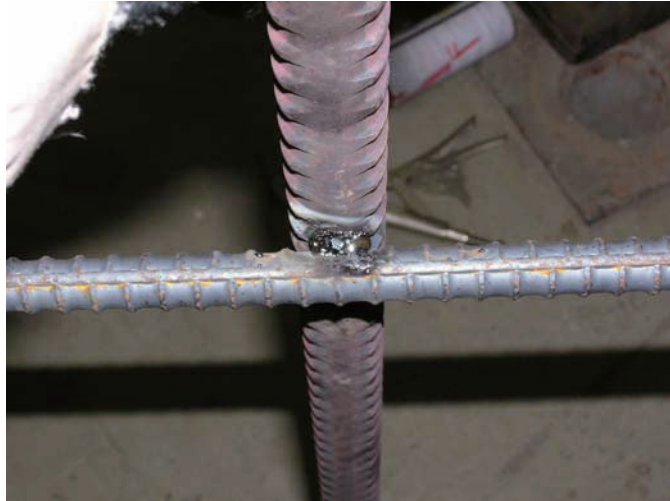


写真-2.3 鉄筋に仮溶接された状態の例



写真-2.4 鉄筋取り外し後の状態の例

入熱後の状態（試験前）を以下に示す。



(a) 総ねじ PC 鋼棒 D26



(b) 総ねじ PC 鋼棒 D32

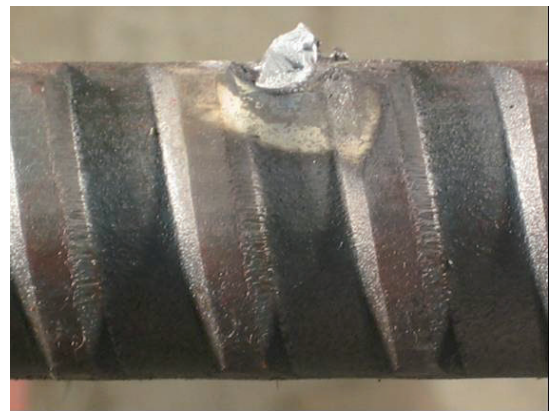


(c) 普通鋼棒 φ32

写真-2.5 圧延鋼棒の溶接状態の代表例



(a) 総ねじ PC 鋼棒 D25



(b) 総ねじ PC 鋼棒 D32



(c) 普通鋼棒 φ32

写真-2.6 熱処理鋼棒の溶接状態の代表例

2.3 引張試験方法

実験は、熱影響を受けた鋼材の引張強度の低下の程度に着目するため、写真-2.7、図-2.1、2.2に示すようにセンターホールジャッキによる引張試験とした。実験方法の概要を図-1.

なお、実際の架設等に用いられる条件下では、PC 鋼棒に必ずしも軸方向に沿った純引張状態となるとは限らず、「曲げ」を伴う引張力が作用することも想定される。

そのため実験では、PC 鋼棒に曲げの影響が入らないように完全に軸方向に引張を作用させる試験（以下「軸引張試験」という。）と、センターホールジャッキのチャック部に10°の傾斜をもつテーパプレート挿入して PC 鋼棒に曲げを伴う引張りを作用させる試験（以下「曲げ張試験」という。）を行った。センターホールジャッキの伸張によってテーパプレートに重ねた定着プレートが PC 鋼棒の反力受け部となるナットをテーパの角度で斜めに押しつけることでナットと定着プレートの境界近傍にある PC 鋼棒に局部的に曲げが作用することとなる。写真-2.8 は、テーパプレートにより鋼棒に曲げが作用している状態である。

このとき、総ねじ PC 鋼棒の引張試験において熱影響を与えた溶接部に曲げによる局部的な引張が生じるようにテーパプレートの厚手側のナットとの境界近くに溶接部がくるように鋼棒をセットした。曲げ張試験時の熱影響部との位置関係を図-2.3、2.4に示す。

引張荷重の載荷速度は、衝撃的な作用を生じさせないように油圧の操作により緩速で行い、概ね 10kN/sec 程度の載荷速度とした。

引張力の計測は定着プレートとセンターホールジャッキの間に荷重計（ダイナモメータ）を設置して計測した。



写真-2.7 試験の状況

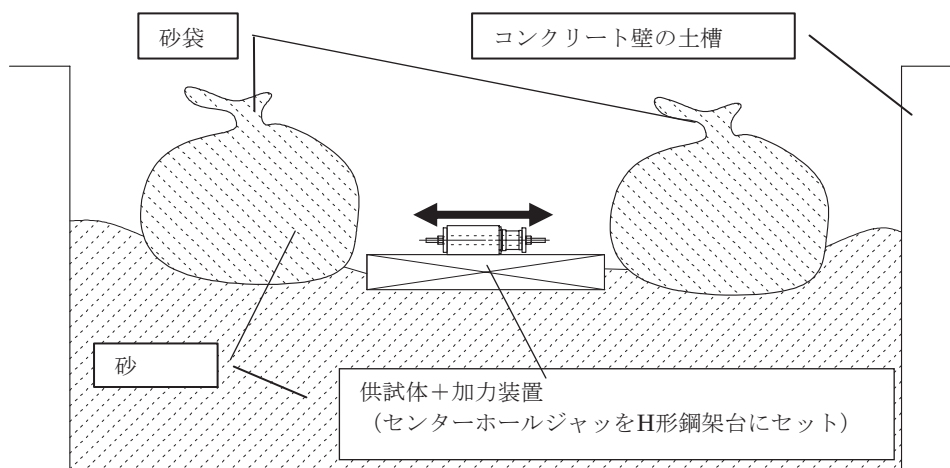


図-2.1 飛散防止措置概要

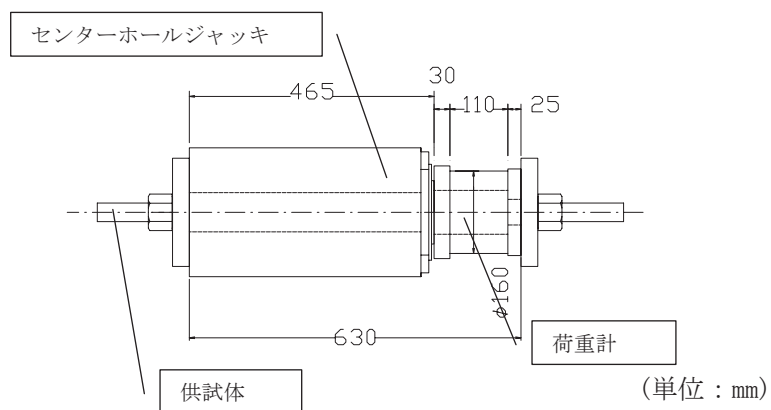
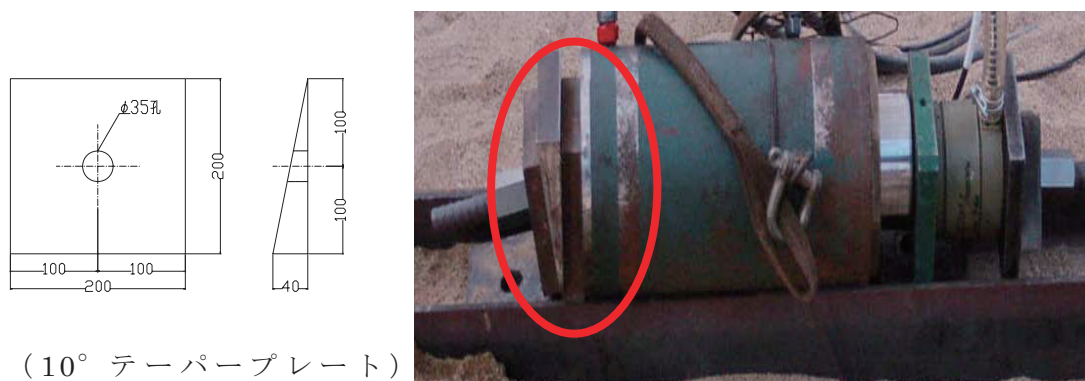
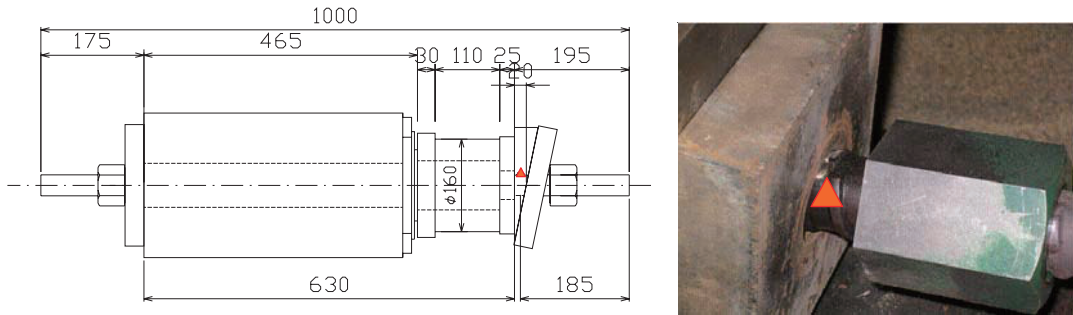


図-2.2 センターホールジャッキ・荷重計セット状況



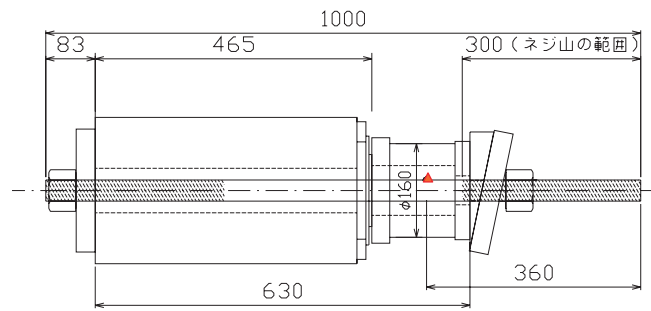
(10°テーパプレート)

写真-2.8 曲げ張試験状況 (総ねじPC鋼棒の例)



▲：溶接位置（端部より 185mm）

図-2.3 熱影響部と曲げ張試験との位置関係（総ねじ PC 鋼棒の場合）



▲：溶接位置（端部より 360mm）

図-2.4 熱影響部と曲げ張試験との位置関係（普通 PC 鋼棒の場合）

2.4 実験ケース

表-2.5 に実験ケースを示す。試験の条件毎（鋼材種別、総ねじ、普通鋼棒、載荷方法、入熱の有無、鋼材径）の記号の凡例は以下のとおり。

表-2.5 実験ケースと番号

鋼材種別	ねじ有無	載荷方法	入熱(溶接)	径	ケース番号				
					条件名称	供試体1	供試体2	供試体3	
W,H	D,R	T,B	0,1	25,26,32					
圧延鋼棒 (W)	総ねじ (D)	軸引張 (T)	無 (0)	φ 26	WD-T0-26	-1			
				φ 32	WD-T0-32	-1			
			有 (1)	φ 26	WD-T1-26	-1	-2	-3	
				φ 32	WD-T1-32	-1	-2	-3	
		曲げ引張 (B)	無	φ 26	WD-B0-26	-1	-2	-3	
				φ 32	WD-B0-32	-1	-2	-3	
			有	φ 26	WD-B1-26	-1	-2	-3	
				φ 32	WD-B1-32	-1	-2	-3	
	普通 (R)	軸引張	無	φ 32	WR-T0-32	-1	-2	-3	
			有		WR-T1-32	-1	-2	-3	
		曲げ引張	無		WR-B0-32	-1	-2	-3	
			有		WR-B1-32	-1	-2	-3	
	熱処理 鋼棒 (H)	総ねじ	軸引張	無	φ 25	HD-T0-25	-1		
					φ 32	HD-T0-32	-1		
				有	φ 25	HD-T1-25	-1	-2	-3
					φ 32	HD-T1-32	-1	-2	-3
曲げ引張			無	φ 25	HD-B0-25	-1	-2	-3	
				φ 32	HD-B0-32	-1	-2	-3	
			有	φ 25	HD-B1-25	-1	-2	-3	
				φ 32	HD-B1-32	-1	-2	-3	
普通		軸引張	無	φ 32	HR-T0-32	-1			
			有		HR-T1-32	-1	-2	-3	
		曲げ引張	無		HR-B0-32	-1	-2	-3	
			有		HR-B1-32	-1	-2		

試験条件名称の凡例

(条件名称)	: (供試体条件)		
W D - T 0 - 26	: 圧延鋼棒・総ねじPC鋼棒 - 軸引張・溶接無し - φ 26		
(凡例)			
W: 圧延鋼棒	D: 総ねじPC鋼棒	T: 軸引張試験	0: 入熱なし
H: 熱処理鋼棒	R: 普通PC鋼棒	B: 曲げ引張試験	1: 入熱有り
			25: φ 25
			26: φ 26
			32: φ 32