

プレテンション部材の端部緊張力改善方法に関する検討

(株) ピーエス三菱 正会員 工学修士 ○青山敏幸
 (株) ピーエス三菱 正会員 大柳修一

1. はじめに

プレテンション部材の特徴は、PC鋼材とコンクリートの付着による緊張力伝達にあるが、その特性上、部材端部近傍には緊張力を伝達することができず、適用部材によっては弱点となる場合がある。

プレテンション方式における端部緊張力の低下を最小限に抑える方法としては、① PC鋼材とコンクリートの付着力を向上させる方法、および② 部材の端部に突起を配置し、機械的に定着する方法が考えられる。今回は、異形PC鋼棒を用いた場合ならびに部材端部に突起を設けた場合についてのPC鋼材の定着実験と、その後実施した載荷実験について報告する。

2. 実験概要

(1) 供試体の種類

供試体の形状を図-1に、供試体の種類を表-1に、供試体の端部形状を図-2に示す。

供試体寸法は、150×300×3000mmとし、PC鋼材を断面中心位置に2本配置したプレテンション方式供試体であり、スターラップ等の鉄筋は配置しないものとした。また各供試体の初期緊張力は、370kN(=185kN×2本)とした。

No. 1(より線)は鋼材にφ15.2mmのPC鋼より線、No. 2(異形鋼棒)は鋼材にφ17mmの異形PC鋼棒を使用した供試体である。No. 3(鋼棒ナット)、No. 4(鋼棒小型支圧板)、No. 5(鋼棒通常支圧板)は、それぞれφ17mmの異形PC鋼棒の端部にφ17mm用のナット、1辺の長さが50mmで孔にネジキリ加工を施した支圧板、ポストテンション方式で使用する寸法の支圧板を突起として配置した供試体である。なお異形PC鋼棒を用いた供試体は、鋼材端部から200mmをネジキリ加工し、供試体端部には30mmのかぶりを設けるものとした。



図-1 供試体形状

表-1 供試体種類

No.	供試体名称	緊張材	突起
1	より線	SWPR7BN 1S15.2	なし
2	異形鋼棒		なし
3	鋼棒ナット	SBPD930/1080 φ17	φ17mm ナット
4	鋼棒小型支圧板		□50mm, ネジ切り
5	鋼棒通常支圧板		□90mm+ナット

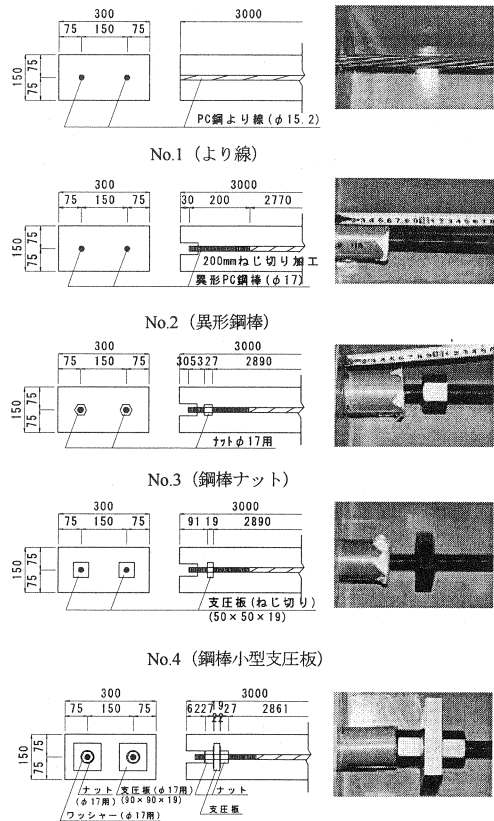


図-2 供試体の端部形状

(2) 実験方法

a) 定着試験

定着試験としては、プレストレス導入直後から導入7日後までの定着長と、軸方向のプレストレス導入率を測定した。定着長、ならびに軸方向のプレストレス導入率は、図-3に示す位置に貼付けたひずみゲージにより測定した。プレストレス導入率は、PC鋼材各部のひずみを支間中央部のPC鋼材ひずみで除して算出した。プレストレス導入時のコンクリート圧縮強度は、32.4N/mm²であった。

b) 静的荷重試験

静的荷重試験は、定着試験から約半年後に実施した。試験は、図-4に示すように供試体を縦置きとし、スパン2600mmの1点荷重とした。荷重ステップは、「ひび割れ発生荷重」、「鋼材降伏荷重」に対して荷重、除荷を3回繰り返す、最後に供試体が破壊するまで荷重した。

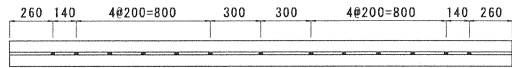


図-3 鋼材ひずみゲージ位置

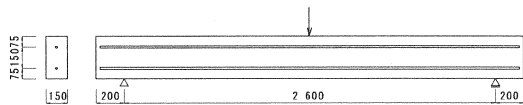


図-4 荷重方法

3. 実験結果

(1) 定着試験

a) 導入直後

各供試体のプレストレス導入率の軸方向分布を図-5に、また同図から読みとれる推定定着長を表-2に示す。

表-2に示す結果より、導入直後においてPC鋼より線を用いたNo.1は、定着長の平均値が1000mm(66φ)であるのに対して、No.2, No.3は600mm(35φ), No.4, No.5は400mm(24φ)であり、PC鋼より線を用いた供試体に比べて定着長が40%~55%程度に改善されていることが確認された。しかし、突起の種類が定着長の改善に及ぼす影響は本実験内では認められなかった。

図-5に示す結果より、端部より260mm(最端部鋼材ひずみゲージ位置)におけるプレストレス導入率の平均値は、PC鋼より線を用いたNo.1が45%程度であるのに対して、異形PC鋼棒を用いたNo.2が81%, No.3が91%, No.4が97%, No.5が96%であり、端部にネジギリ加工した異形PC鋼棒の使用は、端部緊張力の低下を抑える効果が認められる結果となった。

b) 経時変化

各供試体のプレストレス導入直後から導入7日後までのプレストレス導入率の軸方向分布を図-6に、また同図から読みとれる導入7日後の推定定着長を表-3に示す。

表-3に示す結果より、導入7日後においてNo.1

表-2 導入直後の定着長

No.	供試体名称	推定定着長 (mm)		
		緊張側	固定側	平均値
1	より線	1000	1000	1000(66φ)
2	異形鋼棒	600	600	600(35φ)
3	鋼棒ナット	600	600	600(35φ)
4	鋼棒小型支圧板	400	400	400(24φ)
5	鋼棒通常支圧板	400	400	400(24φ)

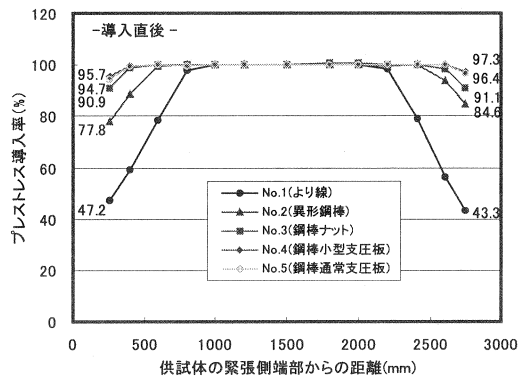


図-5 プレストレス導入率 (導入直後)

表-3 導入7日後の定着長

No.	供試体名称	推定定着長 (mm)			定着長の経時変化
		緊張側	固定側	平均値	
1	より線	1200	1000	1100(72φ)	100mm増
2	異形鋼棒	600	600	600(35φ)	変化なし
3	鋼棒ナット	600	600	600(35φ)	変化なし
4	鋼棒小型支圧板	400	400	400(24φ)	変化なし
5	鋼棒通常支圧板	400	400	400(24φ)	変化なし

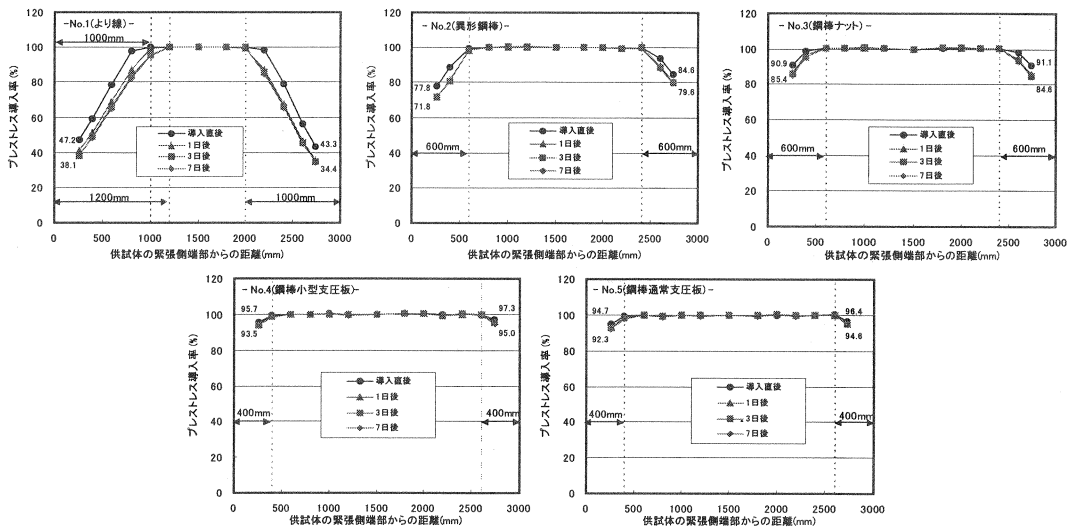


図-6 プレストレス導入率の経時変化

の定着長の平均値は1100mm(72φ)であり、道路橋示方書¹⁾に示されているプレテンション部材の定着長の65φより若干大きな値となった。

この理由としては、今回用いた供試体はプレストレス導入時のコンクリートの圧縮強度が、工場で製造されるプレテンション部材に比べて若干小さかったこと等が考えられる。一方、No. 2, No. 3の導入7日後の定着長は600mm(35φ)、No. 4, No. 5の導入7日後の定着長はともに400mm(24φ)であり、時間の経過に伴う変化は認められなかった。

図-6に示す結果より、導入7日後の端部より260mm(最端部鋼材ひずみゲージ位置)におけるプレストレス導入率の平均値は、No. 1が36%、No. 2は76%、No. 3は85%、No. 4, No. 5は94%であった。

以上より、鋼材端部に突起を設けることは、時間の経過に伴う端部プレストレスの低下を抑制する効果がある傾向が認められた。

(2) 静的載荷試験

各供試体の載荷試験時のひび割れ発生荷重、最大荷重の実験値と計算値を表-4に、各供試体の荷重-変位の関係を図-7に示す。

計算値は、ひび割れ発生荷重、曲げ破壊荷重、せん断破壊荷重ともに、コンクリート標準示方書²⁾に準拠して算出した。コンクリートの圧縮強度は載荷試験時に測定した圧縮強度の平均値である55.3N/mm²を、PC鋼より線、異形PC鋼棒の引張強度はそれぞれ使用した鋼材実測値である272kNと262kNを使用した。

試験の結果、全ての供試体のひび割れ発生荷重は、計算値以上の値を示しており、所定のプレストレスが導入されていることを確認した。

破壊形態は、異形鋼棒を用いたNo. 2～No. 5は、全て曲げ引張破壊した。また実験

表-4 各供試体の載荷試験の結果

No.	供試体名称	ひび割れ発生荷重 (kN)		破壊荷重 (kN)			破壊モード
		実験値	計算値	実験値	計算値		
					曲げ	せん断	
1	より線	44.0	38.2	72.0	86.7	71.8	せん断圧縮
2	異形鋼棒	46.0	37.1	87.1	79.0	85.0	曲げ引張
3	鋼棒ナット	42.0		89.1			曲げ引張
4	鋼棒小型支圧板	47.0		87.1			曲げ引張
5	鋼棒通常支圧板	43.5		89.5			曲げ引張

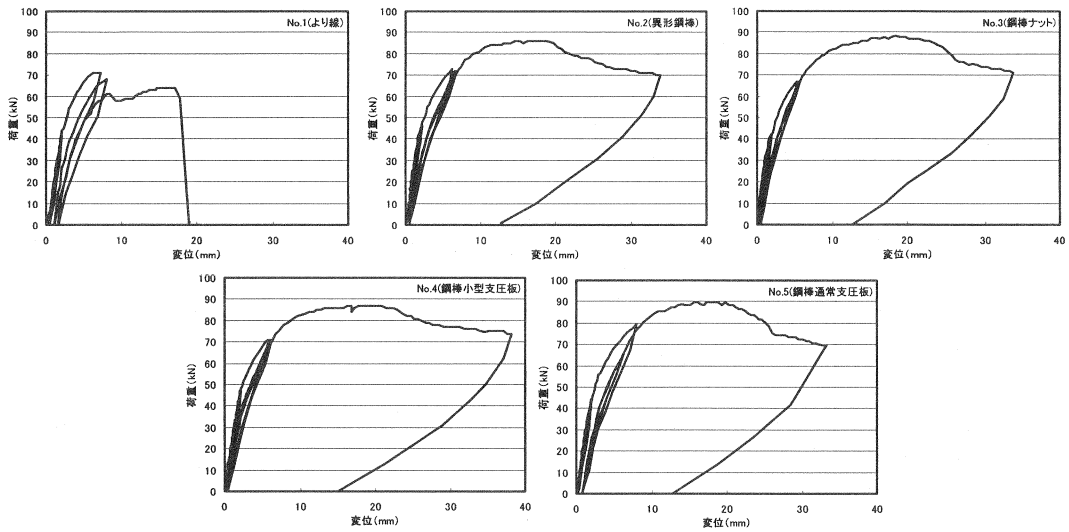


図-7 荷重-変位の関係

値は、異形鋼棒を用いた全ての供試体で計算値を上回っていた。一方、No. 1 は、荷重の増加により鋼材に滑りが生じた結果、載荷途中で斜めひび割れが発生し、最終的にはコンクリートの上縁部の圧壊によるせん断破壊に至った。

図-7 に示す荷重-変位の関係についても、異形鋼棒を用いた No. 2~No. 5 は、ほぼ同様な荷重-変位の関係を示しており、健全な曲げ部材としてのはりの力学的挙動を有していたと考えられる。

4. まとめ

プレテンション方式における端部緊張力の低下を最小限に抑える方法として、異形 PC 鋼棒の使用と部材端部に突起を配置することによる効果について実験的に検証した結果、以下の知見が得られた。

- 1) プレテンション緊張材として、端部をネジキリ加工した異形 PC 鋼棒を用いる方法は、端部緊張力の導入に対して有効であり、さらに端部に突起を設けた場合は、時間経過に伴う端部緊張力低下の抑制に対して有効である。
- 2) 鋼材端部の突起により端部緊張力の低下を抑制することは、健全な曲げ部材としてのはりの力学的挙動を確保することにも有効である。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 IIIコンクリート橋編 pp. 200
- 2) 土木学会：2002 年制定 コンクリート標準示方書 [構造性能照査編]