

V-337 鋼材の付着状態がPCはりの力学的挙動におよぼす影響に関する研究

名古屋工業大学 学生員 ○藤田 宗寛
名古屋工業大学 正 員 梅原 秀哲

1. まえがき

ポストテンション方式のプレストレストコンクリートでは、PC鋼材の防錆ならびに鋼材と部材の一体化を目的として、鋼材とシース間の空隙にセメントペーストを注入するグラウト作業を行うのが一般的である。しかし、グラウト作業は繁雑で手間がかかるうえ、グラウト不良や注入忘れによる事故もみられる。

そこで、本研究では特にグラウト不良に注目し、鋼材径および付着状態を変化させたPCはりについて静的荷重実験を行い、付着状態がPCはりの力学的挙動におよぼす影響を検討することを目的とする。

2. 実験概要

供試体は断面形状と鋼材径により、シリーズⅠ、Ⅱ、Ⅲに分けられ、各シリーズにつき、i) ボンド、ii) アンボンド、iii) スパン中央に空隙のあるもの、iv) スパン中央と両端に空隙のあるもの、の4つの付着状態を作製した。はりの断面及び付着状態の概要を図-1、表-1、2に示す。PC鋼材はすべて、SBPR 110/125を用いた。付着をなくす部分では、鋼材表面にグリースを塗り、ウレタン製の布で包んで、その上からビニールテープを巻くことによ

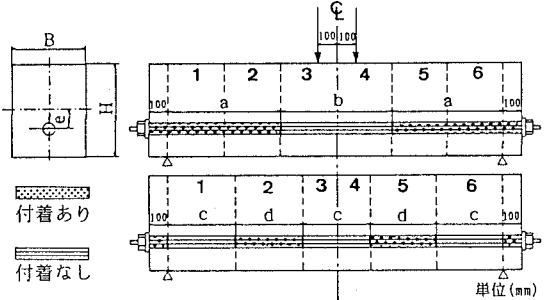


図-1 断面及び付着状態の概略図

表-1 はりの断面及び形状 単位(mm)

シリーズ	鋼材径	B	H	e	全長	スパン長
Ⅰ	φ11	150	200	30	1500	1300
Ⅱ	φ17	200	250	40	1800	1600
Ⅲ	φ23	200	300	50	1800	1600

表-2 付着状態の概要 単位(mm)

シリーズ	(iii)		(iv)	
	a	b	c	d
Ⅰ	450	400	250	275
Ⅱ, Ⅲ	550	500	300	350

うて、グラウトが鋼材と直接付着しないようにし、これを疑似的な空隙とした。また、曲げ破壊以前にせん断破壊を起こさないように、相当量のスターラップを配置した。

はり供試体は、材令14日まで気中で養生しプレストレスを導入後、直ちにPCグラウトを注入して、材令21日で曲げ試験を行った。プレストレスは、いずれの供試体も鋼材のひずみが試験時に約 3400μ となるように導入した。コンクリートの圧縮強度は約 $300\text{kgf}/\text{cm}^2$ 、PCグラウトの圧縮強度は約 $150\text{kgf}/\text{cm}^2$ であった。荷重方法は、図-1に示すように2点集中荷重とし、荷重点の間隔はいずれの供試体も20cmとした。

3. 解析

3.1 解析概要

本解析は、梅原ら¹⁾のPC解析プログラムを用いて行った。このプログラムは有限要素法を用いており、1つの部材に対しコンクリートと鋼材の付着すべり係数を与える方法をとっている。付着すべり係数はコンクリートとPC鋼材の付着が完全である場合は $K_s=0.0$ で付着のないすなわちアンボンドの場合は $K_s=1.0$ で表される。ここでは、1つのはりでもコンクリートと鋼材の付着状態が各位置で異なるため、図-1に示すように分割要素ごとに付着すべり係数を与えられるようにプログラムを修正した。

3.2 実験と解析の比較

表-3 最大荷重の実験値と解析値の比較

シリーズ	Ⅰ				Ⅱ				Ⅲ			
	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv
付着状態	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv	i	ii	iii	iv
実験値(t)	5.8	4.5	5.2	5.0	13.7	11.4	12.3	11.7	22.6	20.6	21.7	22.2
解析値(t)	6.2	4.9	5.7	5.6	13.7	10.4	12.0	12.2	23.0	19.5	21.2	22.9

図-2、3に示す。ボンドのはりの比較では、シリーズⅠ、Ⅱは完全な付着を仮定した $K_s=0.0$ の場合で実験値と解析値はよく一致したが、シリーズⅢは、付着が少し低下した $K_s=0.3$ でよく一致した。これより、鋼材径の大きいはりでは鋼材径の小さいはりに比べ、付着が低下することが確認された。アンボンド

のはりについては、いずれのシリーズも $K_s = 1.0$ でよく一致した。また iii), iv) の部分的に空隙のあるはりの解析では、すべてのシリーズについて、空隙の部分のすべり係数を $K_s = 0.4$ とすると実験とよく一致した。これは、その部分で付着は完全になくなっておらず、多少の摩擦が存在するためこのような結果になったものと思われる。

以上のことから、本解析プログラムはコンクリートと鋼材の付着状態が場所によって変化するようなはりについても、適用できることが明らかとなった。

3.3 鋼材の付着状態が P C はりの挙動におよぼす影響の解析による検討

実験ではグラウト不良による空隙を完全には再現できなかったため、解析により付着状態の変化による影響を検討した。解析結果を比較しやすくするため、コンクリートの圧縮強度を 300 kg/cm^2 、ヤング係数を $3.0 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ とし、断面および鋼材径はシリーズ II のものを用い、プレストレスは鋼材のひずみが 3400μ となるようにした。

まず、実験を行った4つの付着状態に対して解析を行ったところ、iii), iv) の部分的に空隙のあるはりの挙動はいずれもアンボンドのはりの挙動とほぼ一致した。そこで、この原因を調べるために、①スパン中央のみ30cmの空隙のある状態、②スパン中央のみ30cmの付着部がある状態、③スパン中央のみ50cmの付着部がある状態、の3つの解析モデルを考え、比較検討を行った。解析結果を図-4に示す。解析モデル①は、ほぼアンボンドのはりの挙動と一致している。これは、最もひずみ増加の大きいスパン中央に付着のない空隙が存在すると、その部分ではコンクリートのひずみ増加量に対し鋼材のひずみ増加量が小さくなり、鋼材が降伏する前にコンクリートが圧縮破壊を起こしてしまうために断面耐力が著しく低下することが原因であると考えられる。また、解析モデル②、③においては、スパン中央の付着部の長さが50cm（スパン長の約30%）程度になると、ボンドのはりの挙動とほぼ一致することが明らかとなった。この結果より、スパン中央すなわち、大きいモーメントの作用する断面の付着状態が破壊耐力に非常に大きな影響を与え、作用するモーメントが小さい断面での付着状態はほとんど影響を与えないことが明らかとなった。

4. 結 論

本研究で得られた結果を要約すると、以下のようになる。

- 1) 実験結果と解析結果を比較することにより、本研究で用いた解析プログラムで、シース間内に空隙が存在している場合など、あらゆる付着状態の P C はりについてその力学的挙動を十分な精度で推定できることが明らかとなった。
- 2) スパン中央など、大きなモーメントの作用する断面の鋼材の付着状態が、P C はりの挙動に非常に大きな影響を与え、作用するモーメントが小さい断面での付着状態はほとんど影響を与えないことが明らかとなった。したがって、スパン中央でのグラウト不良ははりの挙動をボンドからアンボンドへと推移させ、耐力低下を生じさせるため十分に注意する必要があると言えよう。

<参考文献>

- 1) 梅原秀哲他：鋼材の付着状態を考慮した P C ラーメンの履歴挙動に関する研究，土木学会論文集，第396号，1988年 8月

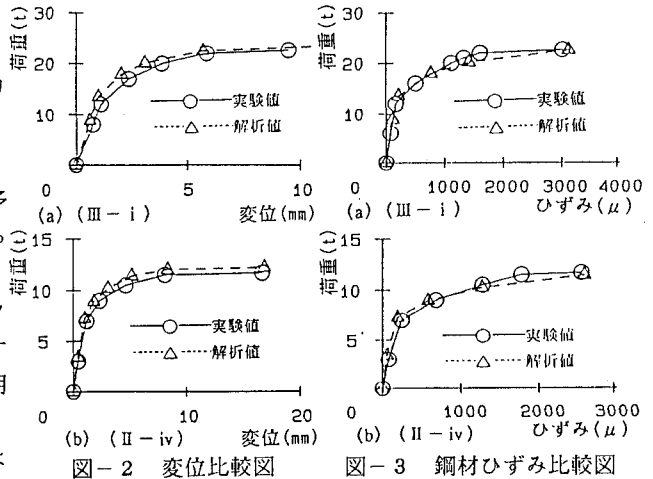


図-2 変位比較図

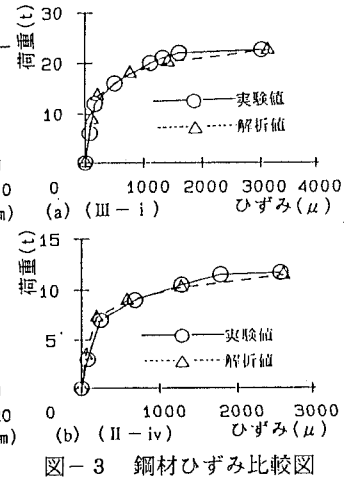


図-3 鋼材ひずみ比較図

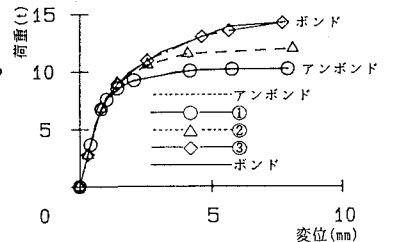


図-4 破壊耐力への付着状態の影響