

鋼管で拘束された重ね継手の引張性能に関する研究

鉄建建設（株） 正会員 ○土井 至朗、安保 知紀、三嶋 武典

1. はじめに

建設業界では、今後技能労働者が減少していく中で、現場での生産性向上等の取組みとして、鉄筋コンクリート構造物の構築においてプレキャスト工法の適用が増えている。筆者らはプレキャスト部材同士の接合部の施工の省力化を目的に、**図-1**に示すような鉄筋の重ね継手の周囲を鋼管で拘束する継手構造を考案し、継手部分の引張試験を行った¹⁾。鉄筋強度、継手長さ、継手となる鋼管の径をパラメータとして引張試験を行った結果、継手長さを10D（Dは鉄筋径）以上とすることで、継手は鉄筋の降伏強度以上の引張強度を有し、継手長さを20Dとすることで、最大荷重時の鉄筋の伸びは5%程度となることが分かった。

本研究では既往の研究に加え、鉄筋径、鋼管径、鋼管の厚さをパラメータとした試験体の引張試験を実施したので、その結果について報告する。

2. 引張試験

試験体概要を**図-2**に示す。引張側、定着側ともに2本一組とした鉄筋の重ね継手部分に鋼管を設置し、鋼管内にグラウトを注入するものである。鉄筋はネジ節鉄筋を使用し、鋼管は一般構造用炭素鋼鋼管(STK400)を使用した。引張試験は、**写真-1**に示すように2本の鉄筋を同時に引っ張ることが可能な大型のセンターホールジャッキを用い、鉄筋端部は載荷プレートを介しナットで固定した。試験ケースを表-1に示す。筆者らが過去に行った試験¹⁾に、鉄筋径、鋼管径、鋼管厚さをパラメータとした試験体 No. 12～No. 15の4ケースを追加した。計測項目は、載荷荷重、引張側鉄筋のひずみ、鋼管の軸方向ひずみ、鋼管の周方向ひずみ、ジャッキストローク変位、鉄筋（引張側、定着側）の鋼管からの拔出し変位とした。

3. 試験結果

3. 1 破壊状況

破壊状況の一例として、試験体 No. 15の試験終了後の継手端部の状況を**写真-2**に示す。引張側の写真からは定着側鉄筋が抜け出ていることが確認でき、定着側の写真からは引張側の鉄筋は抜け出していないことが確認できる。次に試験体 No. 15の荷重と鉄筋の拔出し量の関係を**図-3**に示す。同図に示すように、定着側と引張側で鉄筋降伏までの伸びにばらつきはあったが、最大荷重時には

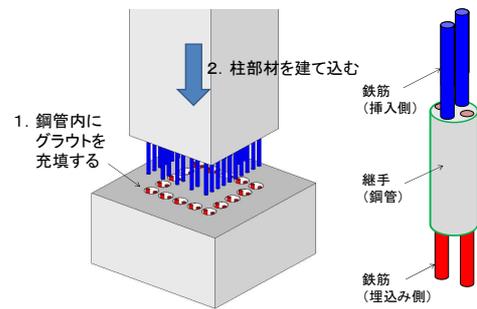


図-1 工法概要

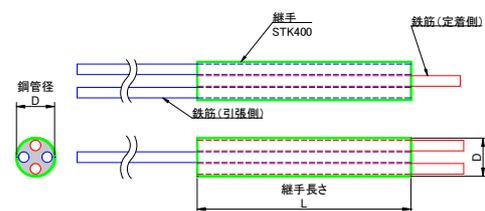


図-2 試験体概要



写真-1 載荷状況

表-1 試験ケース一覧

	鉄筋径	鉄筋強度	鋼管長さ (Dは鉄筋径)	鋼管径	鋼管厚さ	
No.1	D32	SD390	5D	114mm	3.5mm	
No.2			15D			
No.3			20D			
No.4			10D			
No.5			10D			
No.6			15D	140mm		
No.7			20D			
No.8			15D	114mm		
No.9			20D			
No.10			15D			
No.11			20D	140mm		
No.12	D35	SD490	20D		140mm	6.6mm
No.13	D32					
No.14	D25		102mm		4.2mm	
No.15	D19					

キーワード プレキャスト部材、鉄筋継手、引張強度、伸び

連絡先 〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 鉄建建設（株）建設技術総合センター TEL. 0476-36-2334

ほぼ同じ拔出し量であった。最大荷重に達した後は定着側の鉄筋のみが抜け出し、引張側鉄筋の拔出しはほぼ一定であった。このことから、定着側の鉄筋の付着が継手全長に渡って切れ、抜け出したことによって荷重が低下したものと考えられる。

3. 2 継手の強度

引張試験から得られた強度と継手長を 4 に示す。縦軸は、最大応力を鉄筋の規格降伏強度で除した値であり、図中の○印は各ケースの値、実線は各継手長における平均値を結んだものである。継手長が 5D (D は鉄筋径) の試験体 No. 1 は鉄筋降伏前に鉄筋が抜け出したため、極端に低い値となった。継手長を 15D 以上とすることで、継手は鉄筋の規格降伏強度の概ね 1.3 倍程度の強度を有することが確認できた。

3. 3 鉄筋のひずみ

引張試験での最大荷重時のひずみと継手長を 5 に示す。今回追加した 4 ケース (図中の▲印) については最大荷重時のひずみが正確に計測できなかったことから、既往の研究²⁾より式(1)の ε を逆算して求めた推定値とした。

$$\sigma = f_y + (1 - \exp((\varepsilon_{sh} - \varepsilon)/k))(1.01f_u - f_y) \quad \dots \quad (1)$$

ここに、 $k = 0.032(400/f_u)^{1/3}$ 、 σ : 応力、 f_y : 鉄筋の降伏強度、 f_u : 鉄筋の引張強度、 ε_{sh} : ひずみ硬化開始ひずみである。式(1)の f_y 、 ε_{sh} は本引張試験から求め、 f_u は試験体に使用した鉄筋の検査証明書に記載の引張強さとした。この計算にあたって、既実施の 11 ケースについても最大荷重時のひずみを計算したところ、実験値に対する比率は平均で 1.02 と概ね近い値であった。なお、図中に*印をつけた試験体 No. 12 は、2 本の引張側鉄筋の 1 本に荷重が偏ってかかり、ナット部分の鉄筋の節が破損して荷重が低下した。また、試験体 No. 15 は試験時の最大応力が f_u よりも大きく、計算不能であったため、図には記載していない。同図より、継手長が長くなると最大荷重時のひずみも直線的に伸び、継手長を 20D とした場合、試験体 No. 12 を除外すると鉄筋の径や強度、継手の径、板厚によらず最大伸びは 5%程度であることが分かった。

4. まとめ

鉄筋の重ね継手を鋼管で拘束した継手の引張試験により、今回の試験範囲では、継手長を 15D 以上とすることで、継手は鉄筋の規格降伏強度の 1.3 倍程度の強度を有することが確認できた。また、継手長を長くすると最大荷重時のひずみも大きくなるが、継手長を 20D とした場合、鉄筋や継手の仕様によらず鉄筋の最大伸びは 5%程度であり、その後は鉄筋が抜け出し荷重が低下することが分かった。

参考文献

- 1) 安保知紀, 土井至朗, 鈴木雄太, 石橋忠良: 鋼管で拘束された重ね継手の引張性能に関する実験的研究, 土木学会第 74 回年次学術講演会, V-605, 2019. 9
- 2) 島弘, 周礼良, 岡村甫: 異形鉄筋の鉄筋降伏後における付着特性, 土木学会論文集, 第 378 号 V-6, pp. 213-220, 1987. 2

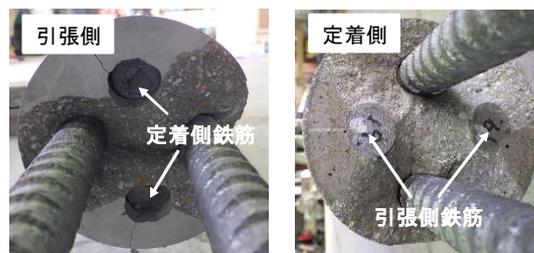


写真-2 試験終了後の継手端部

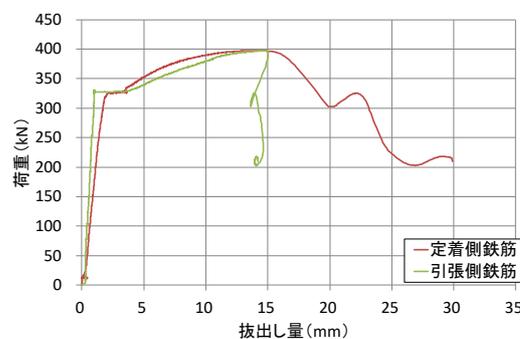


図-3 荷重と鉄筋の拔出し量

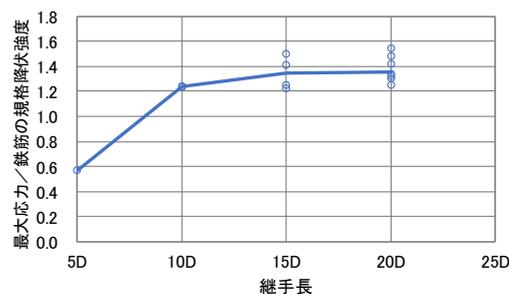


図-4 継手の強度

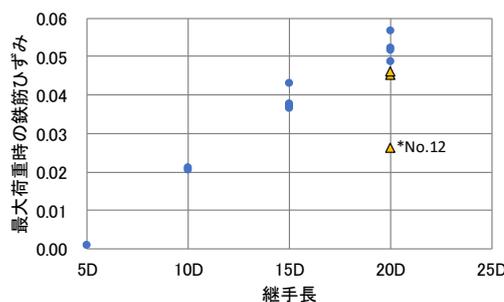


図-5 最大荷重時のひずみ