

円形突起付き異形鉄筋の引き抜き試験による耐荷力

(株)小野工業所 正会員 鈴木 健 日本大学大学院 正会員 重松伸也 日本大学 フェロー会員 阿部 忠
日本大学 正会員 野口博之 日本大学 師橋憲貴

1. はじめに 道路橋の取替用プレキャスト RC 床版の幅員方向には継手用の円形突起付きの鉄筋が使用されている。そこで、本研究は円形突起付き鉄筋の引き抜き試験には、道路橋示方書・同解説¹⁾（以下、道示とする）に基づいた機械式継手長を基本とし、その 70%，50%とした埋め込み長の異なる 3 タイプを用いて引き抜き試験を行い、耐荷力、破壊状況から円形突起付き鉄筋の有用性を検証する。

2. 円形突起を用いた継手構造および引抜き試験

(1) 円形突起を用いた継手構造 取替 RC 床版に採用されているプレキャスト RC 床版の継手構造を図-1(1)に示す。幅員方向に並列する場合の継手構造は一般的に配力筋が継手となることから円形突起付き鉄筋が採用される。鉄筋には継手長を出来るだけ短くするためには D13 の鉄筋を用いる。突起部は $\phi 30\text{mm}$ の円形、側面を台形とした突起形状であり、支圧面積は 580mm^2 となる。次に、配置状況とかぶりの関係は図-1(2)に示すように、橋軸方向の主筋の内側に円形突起付きの配力筋を配置することから道示に規定されるかぶりが十分満足できる配置となる。

(2) 引抜き試験用供試体寸法 供試体寸法を図-2に示す．コンクリート供試体寸法の幅は引き抜き試験の埋め込み長 217mm が 45 度で引き抜かれた場合を想定して 700mm とする．高さ 350mm とする．厚さは RC 床版厚を考慮して 200mm とする．円形突起の設置は円形突起のかぶりを考慮してコンクリート表面から 53mm の位置とする．よって，引き抜き試験における偏心量は 47mm である．

(3) 使用材料 取替 RC 床版供試体の間詰部コンクリートは施工の省力化を図るために超速硬コンクリートが用いられている。このコンクリートの要求性能は材齢 3 時間で規定するコンクリートの設計基準強度 24N/mm^2 以上、材齢 14 日で 40N/mm^2 以上となる配合である。本供試体のセメントには普通ポルトランドセメントに最大粗骨材寸法 20mm の砕石、最大細骨材寸法 5mm の砕砂を用い、材齢 14 日で 40N/mm^2 以上を目標とした配合条件を表-1に示す。実験時の圧縮強度は 55.8N/mm^2 ある。次に、引き抜き試験に用いる鉄筋は SD 345, D13 の円形突起鉄筋を用いる。鉄筋の材料特性値を表-2に併記する。

本供試体には鉄筋とコンクリートとの付着力を図るために高耐久型エポキシ系接着剤（以下、付着用接着剤とする）を用いる。付着用強度は 3.7N/mm^2 以上である。

(4) 実験方法 プレキャスト RC 床版の継手には円形突起付きの異形鉄筋が用いられ、引張縁からかぶり 30mm、主鉄筋の内側に継手用の鉄筋が配置され、その寸法は 53mm である。継手鉄筋の破壊は、一般にかぶりコンクリートの割裂に起因するが、継手の外側には軸方向の主鉄筋が配置され、この鉄筋の引張応力

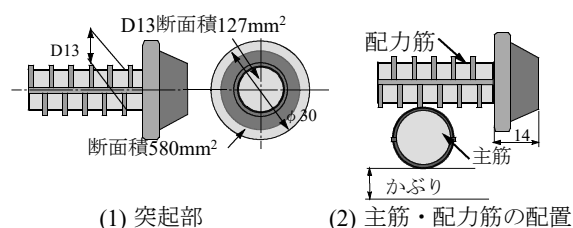


図-1 円形突起の寸法

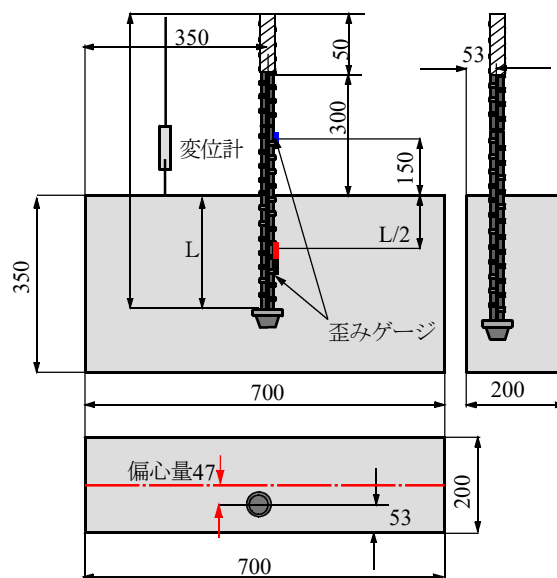


図-2 供試体寸法

表-1 配合条件

スランブ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					減水剤	AE剤
			セメント	水	細骨材				
					15mm	20mm			
12	35.0	43.2	443	155	732	484	484	3.1	3.99

表-2 引抜き試験用鉄筋の材料特性値

供試体	突起状況	鉄筋 (SD345)	公称断面 (mm ²)	埋め込み 長 (mm)	降伏強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	弾性係数 (kN/mm ²)
L217	円形突起	D13	126.7	217	389	576	200
L163				163			
L108				108			

キーワード：円形突起付き鉄筋 引き抜き試験, 引き抜き耐荷力

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL 047-474-2468

により、突起付き鉄筋に沿うひび割れおよび割裂破壊は生じない可能性がある。本来、異形鉄筋の引き抜き実験においては偏心荷重による引き抜き試験を実施する。次に、引き抜き試験の状況を写真－1に示す。試験機は万能試験機（JIS B 7721）を用いる。試験体である円形突起付き鉄筋を埋め込みした供試体 L217, L163, L108 を試験機に設置する。試験方法は、図－2に示すように埋め込んだ先端部から 45 度の円錐形範囲を避けて、引き抜き試験の支持治具を設置する。荷重の載荷方法は JIS に基づいて、引き抜き速度とする。

3. 結果および考察

(1) 引き抜き耐荷力 引き抜き試験による耐荷力を表－3に示す。道示に基づいた継手長 217mm とした供試体 L217-A, B の平均耐荷力は 55.84kN である。継手長 217mm の全面に付着用接着剤を塗布した供試体 L217-C の耐荷力は 56.55kN である。次に、継手長 163mm とした供試体 L163-A, B の平均耐荷力は 56.63kN であり、供試体 L217-A, B の平均耐荷力の 1.07 倍である。また、供試体 L108 の平均耐荷力は 58.93kN、供試体 L217 の 1.01 倍である。接着剤を塗布した供試体 L108-C の耐荷力は 64.65kN で、供試体 L108-A, B の平均耐荷力の 1.07 倍、接着剤を用いた供試体 L217-C の耐荷力に対して 1.14 倍である。耐荷力比については、継手長全面に接着剤を塗布することで付着力が向上し、3 タイプを平均して 1.06 倍の耐荷力が向上する結果が得られた。また、道示に規定する継手長を用いた供試体および 75%、50%の継手長とした場合の平均は耐荷力を比較すると埋め込み長 217mm の耐荷力は小さく、継手長が短い供試体の耐荷力が上回っている。円形突起の支圧強度も影響しているものと考えられる。

以上より、継手長が道示に規定する 217mm に対して 75%、50%の供試体の耐荷力が向上する結果になった。

(2) 破壊状況 各供試体における破壊状況は類似していることから供試体 L217, L163, L108 における接着剤を塗布した C についての破壊状況を図－3に示す。供試体 L217, L163 は上縁に発生したひび割れが荷重増加に伴い下方に伸展し、破壊状況は割裂破壊である。他の供試体も同様である。一方、供試体 L108-C は、突起部から上縁にコーン破壊形状を示している。この影響により、供試体 L217, L163 と比較して耐荷力も向上している。

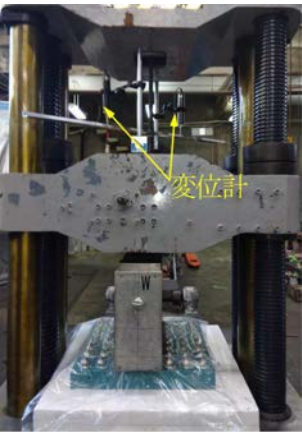
以上より、道路橋 RC 床版厚程度の断面に突起付き鉄筋を配置した場合は、埋め込み長が道示の基準とその 70%の埋め込み長の場合は割裂破壊となり、埋め込み長 50%とした供試体がコーン破壊へと移行された。全ての供試体で鉄筋の破断は見られない。

4. まとめ

道路橋 RC 床版におけるプレキャスト RC 床版の継手部に円形突起付き鉄筋を用いて引き抜き試験を実施した。実験供試体には道路橋示方書に基づいた定着長、この 70%、50%のそれぞれの定着長を有する 3 タイプおよび鉄筋に高耐久型エポキシ系接着剤を塗布した供試体について偏心荷重による引き抜き試験を実施した。その結果、破壊荷重においては道示の基準の継手長を用いた供試体の平均耐荷力は 56.07kN、その 70%、50%の供試体はそれぞれ 57.90kN、60.84kN である。破壊は割裂破壊であることから埋め込み長が長い試験体の耐荷力が小さい結果となったが、引張強度においては継手構造と有用であると考えられる。

参考文献

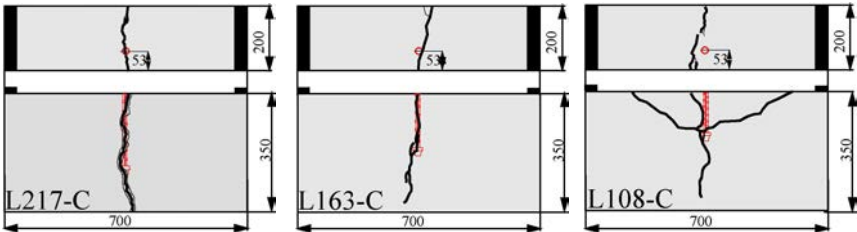
1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I, II, 2017。



写真－1 実験状況

表－3 引き抜き試験による耐荷力

埋め込み長 L(mm)	供試体名	耐荷力	平均耐荷力 (kN)	耐荷力比	
		P _{max} (kN)			
217	L217-A	55.43	55.84	—	—
	L217-B	56.25			
	L217-C	56.55	56.55	1.01	—
163	L164-A	55.40	56.63	—	1.01
	L164-B	57.85			
	L164-C	60.45	60.45	1.07	1.07
108	L108-A	61.30	58.93	—	1.06
	L108-B	56.56			
	L108-C	64.65	64.65	1.10	1.14



図－3 破壊図