

支承部に用いるスパイラルアンカーボルトの引抜試験

鉄道・運輸機構	正会員	○横山	秀喜
鉄道・運輸機構	正会員	南	邦明
鉄道総研	正会員	杉本	一朗
パシフィックコンサルタンツ	正会員	松尾	仁

1. 研究の背景

鋼鉄道橋支承部の設計では、桁の転倒と上揚力に対してアンカーボルトの引抜きを照査を行っている。アンカーボルトは、写真-1に示すような丸鋼または異型棒鋼が用いられている。「鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物¹⁾」では、丸鋼の場合の付着応力度を 1N/mm^2 、異型棒鋼の場合の付着応力度を 2N/mm^2 としているが、昨今の橋梁の長支間化に伴う支承の大型化や支点部の構造的な制約等により、アンカーボルトが極太化し、アンカーボルトの引抜きに対する照査が厳しくなっている。アンカーボルトの極太化に伴い、根入れ長さを増すことにも限界があり、引抜きに抵抗する新たな方法が求められている。



写真-1 アンカーボルト（丸鋼）

そこで、アンカーボルトの引抜き抵抗を増すために、アンカーボルトに線材を巻きつけたスパイラルアンカーボルトに着目し、基礎的な引抜き試験を実施したのでその結果を報告する。

2. 試験体の設定および試験方法

検討対象としたスパイラルアンカーボルトの材料諸元を表-1に示す。支承便覧²⁾の実験では、アンカーボルトの径が $\phi 70$ の場合、線材には芯材の10%相当の $\phi = 7\text{mm}$ が使用され、十分な付着応力度を有していることが確認されている。そのため本試験では、線材を $\phi = 6\text{mm}$ とし、芯材に巻付けることとした。線材の巻付け間隔は、異形棒鋼の節の最大間隔70%以下と同程度となるよう、49mm間隔で巻きつけた。芯材と線材の溶接は、引抜き側の片面に3mmの溶接を行った。溶接後は、浸透探傷試験を実施し溶接部の状態を確認している。写真-2に線材を巻付けたアンカーボルトの状況を示す。



写真-2 スパイラルアンカーボルト

表-1 材料諸元表

使用材料	規格	寸法
丸鋼	S35CN	$\phi 70$
線材	SWM-F	6mm
コンクリート	$f'_{ck}=30\text{N/mm}^2$	$0.5\text{m} \times 0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$

スパイラルアンカーボルトの引抜き試験は、「引抜き試験による鉄筋とコンクリートとの付着強度試験方法(案)(JSCE-G503-2007)³⁾」および「異形化丸鋼アンカーボルトの性能確認試験²⁾」に準拠して行うこととした。試験体寸法および試験方法の概要を図-1に示す。

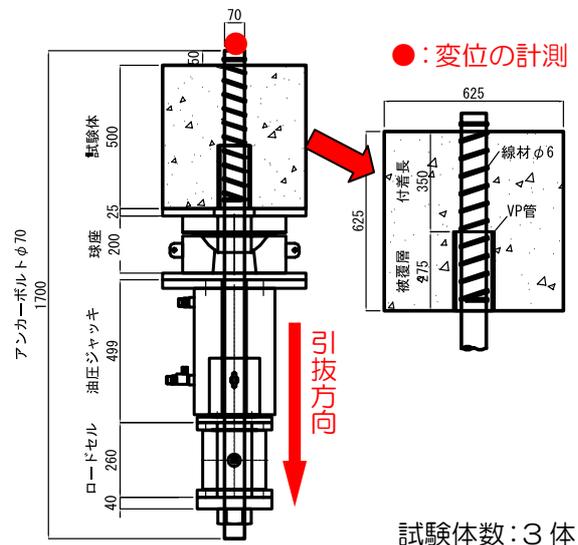


図-1 試験体寸法および試験方法

引抜き試験に際して用いたコンクリートの設計圧縮強度は $30\text{ (N/mm}^2)$ とした。28日材齢の圧縮強度試験は平均 32.7N/mm^2 であり、所定の強度 ($30 \pm 3\text{N/mm}^2$) を満足するものとなった。

アンカーボルトを引抜く際は、衝撃を与えないよう、アンカーボルトの引張応力度が毎分 20N/mm^2 (引抜力 76.96kN/分) を超えないように留意した。载荷はアンカーボルトとコンクリートの付着が切れるまで行った。変位計は、試験体上部に設置し、各引抜力毎の変位を測定した。

キーワード： 支承、スパイラルアンカーボルト、付着応力度

連絡先： 神奈川県横浜市中区本町 6-50-1 (横浜アイランドタワー) TEL045-222-9082

3. 試験結果および考察

引抜き力とすべり量の関係を図-2に示す。今回実施した3体とも引抜き力150kN付近まで、ほぼ同一のすべり量を示した。その後、若干のばらつきはあるものの、引抜き力が1000kNの直前付近からすべり量が増加する傾向が見られた。試験終了後、スパイラルアンカーボルトを引抜くと、写真-3に示すようにボルト軸部周りの線材と線材の間にコンクリートが付着した状態が見られた。アンカーボルト自体は降伏に至らず無損傷であった。



写真-3 引抜試験後のスパイラルアンカーボルト

本結果を踏まえ、式-1により0.002D時(0.14mm)の付着応力度と最大付着応力度を算出した。

$$\tau = \frac{P}{4\pi D^2} \times \alpha \quad \dots \text{式-1}$$

τ : 付着応力度 (N/mm²)

P : 引抜き力 (N)

D : 芯材の直径=70 (mm)

α : コンクリートの圧縮強度に対する補正係数

$$\alpha = 30/f'c$$

$f'c$: 同時に作製した円柱供試体の材齢28日における圧縮強度 (N/mm²)

※ $f'c$ が規格内であったため、 $\alpha=1$ とした。

付着応力度の一覧を表-2に示す。0.002D時の付着応力度は平均値で6.31N/mm²となり、(財)建材試験センターが規定する「すべり量0.002D時における付着応力度が3N/mm²以上」を十分満足する結果が得られた。

表-3には支承便覧に示される実験結果との比較を示す。支承便覧の結果と比較すると、やや低目の値となったが、これは線材径のサイズの違いによる付着面積の差が影響していることが推定される。

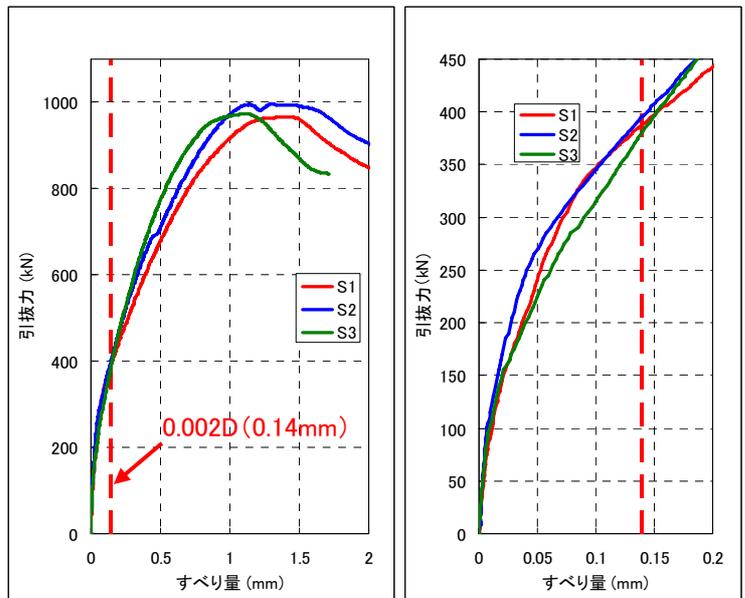
以上のことから、限られた試験ではあるが、鋼標準に示される丸鋼および異型棒鋼の付着応力度に対して、十分に回る付着応力度が得られる結果となった。

5. まとめ

スパイラルアンカーボルトの引抜き試験を行った結果、十分な付着応力度が得られることが明らかとなった。アンカーボルトの大きさは、支承の平面寸法や下沓の厚さに影響することから、引き続き検討を深度化させ、スパイラルアンカーボルトの適用による支承の合理化の可能性を検討することも今後の課題であると考えている。

参考文献

- 1) (財)鉄道総合技術研究所 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼・合成構造物 平成21年7月
- 2) (社)日本道路協会 道路橋支承便覧 平成16年4月
- 3) (社)土木学会 コンクリート標準示方書 規準編 平成19年5月



引抜き試験全体 0.002D時(拡大)
図-2 実験結果

表-2 付着応力度一覧表

	0.002D時		最大荷重時	
	引抜き力	付着応力度	引抜き力	付着応力度
	(kN)	(N/mm ²)	(kN)	(N/mm ²)
S1	389.1	6.32	965.7	15.68
S2	396.4	6.44	995.7	16.17
S3	380.2	6.17	973.4	15.81
平均	388.6	6.31	978.3	15.89

表-3 支承便覧の結果との比較

	材料	付着応力度 (N/mm ²)
支承便覧	φ70-線材 7mm	9.6
本試験	φ70-線材 6mm	6.3