

支承部に用いるスパイラルアンカーボルトの引抜試験 (その2)

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・運輸機構 正会員 ○徳富 恭彦
 鉄道総研 正会員 杉本 一郎
 パシフィックコンサルタンツ 正会員 松尾 仁

1. はじめに

鋼鉄道橋支承部の設計において、アンカーボルトの設計は、桁の転倒もしくは鉛直地震動によって生じる上揚力に対して照査している。その照査のうち、引抜きに対しては、アンカーボルトの周面付着力以下であることを確認している。「鉄道構造物等設計標準・同解説 (鋼・合成構造物)¹⁾」では、アンカーボルトに使用する材料を丸鋼 (付着応力度 1N/mm²)、異形棒鋼 (付着応力度 2N/mm²) 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する現象が生じている。その影響により根入れ長さも増加しているが、その点に関しても限界があり、引抜きに抵抗する新たな方法が求められている。そこで、引抜き抵抗を増すために丸鋼に線材を巻きつけた「異形化丸鋼アンカーボルト (以下、スパイラルアンカー)」が考えられた。

昨年度は、スパイラルアンカーの適用についての確認試験を実施し、その可否を報告した。今回は、更なる適用性の検証として、その他の種類のアンカーや径の異なるスパイラルアンカーの引抜試験を実施したので報告する。

2. 試験体の設定および試験方法

アンカーボルトの使用材料は、写真-1~4 に示す丸鋼、焼押し丸鋼、異形棒鋼、スパイラルアンカーとした。試験体の諸元を表-1 に示す。試験体は、図-1 に示すように一辺が 500mm のコンクリートの中にそれぞれのアンカーボルトを埋め込み、付着長を 4D、被覆長を 500-4D とした。各材料における試験体は、2 体ずつ作成した。なお、スパイラルアンカーの形状は、異形鉄筋と同様の節高・節間隔となるように計画した。節に用いる線材は、芯材の 10%相当以下の $\phi=6\text{mm}$ を採用した。線材の巻付け間隔は、異形棒鋼の節の間隔と同程度となるように、0.7D(35mm または 49mm)間隔で巻きつけた。芯材と線材の溶接は、引抜側の片面に 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。

引抜試験は、「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⁴⁾」に準拠して行った (図-1 参照)。コンクリートの設計圧縮強度は 30N/mm² とした。実際の値は、28 日材齢の圧縮強度試験で平均 28.8N/mm² であり、所定の強度 (30±3N/mm²) を満足するものであった。

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/mm² (引抜き力 76.96kN/分) を超えないように留意した。载荷はコンクリートと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、各引抜き力毎の変位を測定した。

3. 試験結果

試験後のアンカーボルトは損傷および変形は生じず、すべての



写真-1 丸鋼



写真-2 焼押し丸鋼



写真-3 異形棒鋼



写真-4 スパイラルアンカー

表-1 試験体諸元

使用材料	寸法 D	備考
① 丸鋼	$\phi 70$	
② 焼押し丸鋼	$\phi 70$	r=15 焼押し, ctc75
③ 異形棒鋼	D51	
④ 異形化丸鋼	$\phi 50$	丸鋼+線材 ($\phi=6\text{mm}$)
⑤* (スパイラルアンカー)	$\phi 70$	丸鋼+線材 ($\phi=6\text{mm}$)

※⑤は、昨年実施の試験結果²⁾

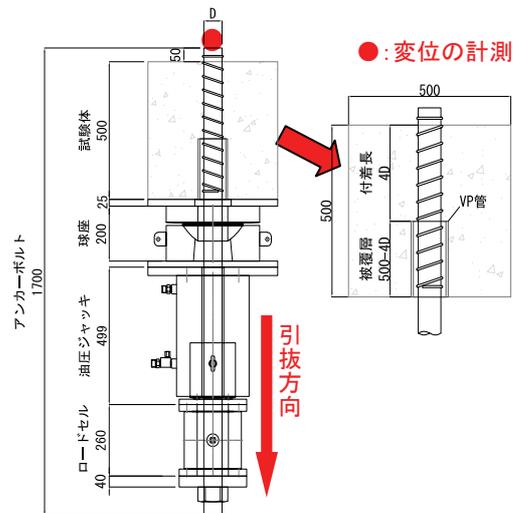
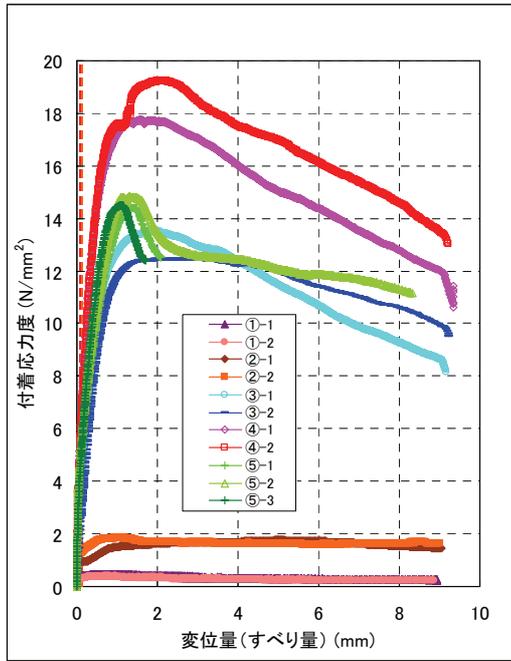


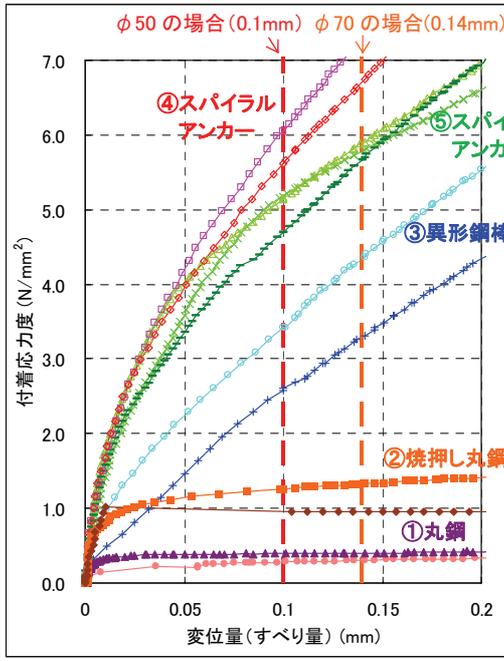
図-1 試験体寸法および試験方法

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



(a) 全体



(b) 0.002D 付近拡大

表-2 付着応力度一覧表

0.002D 変位時 平均付着応力度 (N/mm ²)	
①	0.35
②	1.15
③	3.00
④	5.84
⑤	5.79

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

τ : 付着応力度 (N/mm²)
 P : 引抜力 (N)
 D : 芯材の直径
 α : 圧縮強度に対する補正係数 $\alpha=30/f_c$
 f_c : 材齢 28 日における圧縮強度 (N/mm²)

図-2 試験結果

試験体において健全であった。コンクリートは、表面にクラックが入るなどの損傷もなかった。参考として、昨年度実施した⑤スパイラルアンカーはアンカー孔より放射状にクラックが入った。

本試験の付着応力度と変位 (すべり量) の関係を図-2 に、0.002D 変位時の付着応力度の平均値を表-2 に示す。なお、図および表の丸数字は、表-1 に示す丸数字の材料を示し、枝番は試験体番号を示す。参考として昨年度の結果を⑤として示す。その際の付着応力度は、コンクリート標準示方書⁴⁾に基づき式-1にて算出した。

図-2に示すように、アンカーボルトの種類によってすべり量と付着応力度の関係に大きな差異がみられた。また、丸鋼・焼押し丸鋼は、すべり量の増加によらず、付着応力度は増加しない傾向を示したが、異形鋼棒、スパイラルアンカーは丸鋼・焼押し丸鋼に比べてはるかに大きい荷重まで抵抗することがわかった。

以下に各材料における結果を述べる。

- ①丸鋼は、凹凸などの抵抗するものが無いため、全試験体の中で付着応力度が最も小さかった。
- ②焼押し丸鋼の付着応力度は、基準値 (1N/mm²) 程度の値を示した。
- ③異形棒鋼の付着応力度は、3N/mm²であり、基準値 (2N/mm²) の 1.5 倍程度だった。
- ④⑤スパイラルアンカーは、径によらず、5.8N/mm²程度の高い付着応力度を有する結果となった。

4. スパイラルアンカーの適用に関する考察

本試験結果により、スパイラルアンカーの形状を異形棒鋼とほぼ同様の節高・節配置とした場合は、異形棒鋼の付着応力度 (試験値 3N/mm², 基準値 2N/mm²) を十分上回る付着応力度となることが分かった。

スパイラルアンカーは、本試験において径によらず 5.8N/mm² 程度の高い付着応力度の確認ができたことから、十分な付着応力度を有していると考えられる。そのため、スパイラルアンカーの設計時の付着応力度の許容値を 3N/mm²としても十分適用可能であると思われる。

5. まとめ

これまでの一連の試験により、スパイラルアンカーの付着応力度が異形棒鋼の付着応力度以上に高い値を得られることが明らかとなったことから、異形棒鋼相当の節配置や節高などの実務上の細目を考慮した上で、スパイラルアンカーの付着応力度を 3N/mm²とすることを提案した。アンカーボルトの付着応力度の設定は、アンカーボルトの径や本数だけでなく、支承部の合理化にも大きく寄与すると考えられる。

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) 横山秀喜, 南 邦明, 杉本一朗, 松尾 仁 : 支承部に用いるスパイラルアンカーボルトの引抜試験, 土木学会第 65 回年次学術講演会, 平成 22 年 9 月
- 3) (社)日本道路協会：道路橋支承便覧, 平成 16 年 4 月
- 4) (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