

接着系あと施工アンカーの静的引抜試験

東日本旅客鉄道株式会社	正会員	○井口 重信
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	水野光一郎
東日本旅客鉄道株式会社	正会員	門 真太郎

1. 研究の目的

接着系あと施工アンカーの使用に際しては、その性能の評価が重要である。アンカーの性能のうち、耐久性の評価方法については、ETAG^{1),2)}や ACI³⁾といった欧米の基準では基準化されているものの、試験方法や試験結果の詳細が公開されていないのが現状である。本稿では、ETAG や ACI で接着系あと施工アンカーの付着性能の評価方法として取り上げられている静的引抜試験を行い、その載荷方法の違いによる結果の差異について考察したので以下で報告する。

2. 実験の概要

試験体の製作に当たっては、ETAG の製作基準に従った寸法として、紙製のボイド管にコンクリートを打込み、あと施工アンカーを固着させる被着体を作成した(図-1(a), (b))。コンクリートの硬化後、あと施工アンカーを設置するための孔を $\phi=15\text{mm}$ の同一径のハンマードリルにて下向きで穿孔し、その後、上向きに挿入する施工でアンカー筋を設置した。アンカー筋の径は M12 とし、高温用合金鋼ボルト SNB7 (JIS G4107) を用いた。アンカー筋を試験体に固着させる材料は、一般的に使用される4種類の有機系材料(A:エポキシアクリレート, B:ビニルエステル, C:エポキシ, D:アクリル)を選定した。母材となるコンクリートの圧縮強度は載荷試験当日に同ロットの供試体3本の平均から 32.2N/mm^2 であった。

引抜き力の載荷は、図-1(c), (d)に示す2つの方法で行った。S-1 については、穿孔部のすぐ近くで反力が作用する拘束試験、S-2 については穿孔部から十分離れた箇所で反力が働く非拘束試験と呼ばれる方法で行った。

3. 実験の結果

(1) 損傷状況

載荷終了後の損傷状況の例を図-2に示す。(a)は試験体上面から見たもの、(b)は試験体を中央断面で縦に切断した切断面、(c)は拔出したアンカー筋の状況である。なお、以下では、接着剤層内での破壊を凝集破壊、接着剤とコンクリートの界面での破壊を界面破壊と定義する。

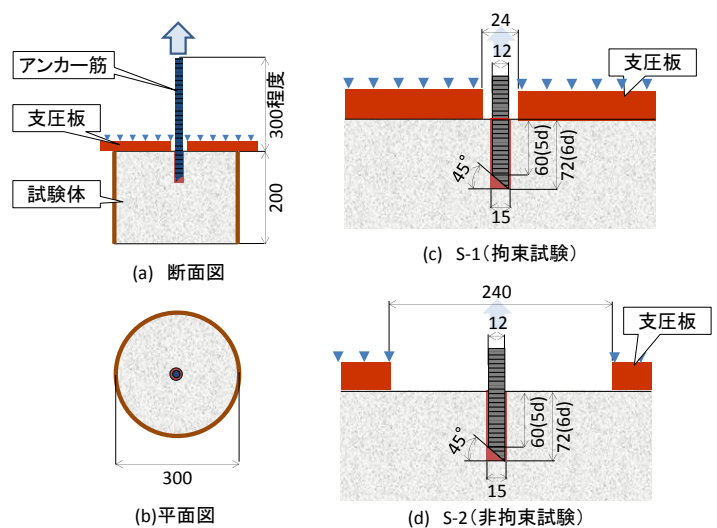


図-1 試験体概要と載荷方法

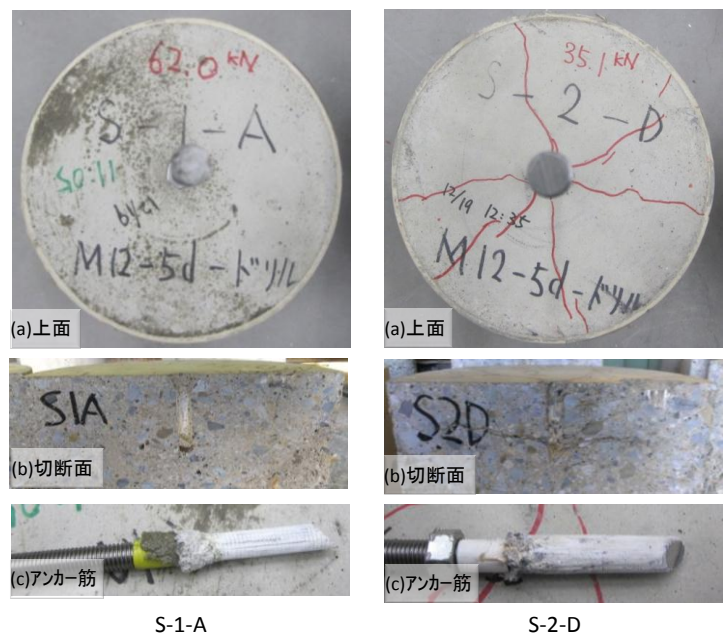


図-2 載荷終了後の損傷状況

キーワード あと施工アンカー、引抜試験、拘束

連絡先 〒370-8543 東京都新宿区代々木 2-2-2 JR 東日本 建設工事部構造技術センター TEL03-5334-1288

S-1 では、コンクリートの上面にはひび割れは見られなかった。アンカー筋位置での切断面を見ると、表層付近がコーン状の破壊、それより以深が凝集破壊あるいは界面破壊が見られた。それ以外の切断面ではひび割れは見られなかった。一方、S-2 では、A～D のいずれの試験体においてもコンクリート上面に放射状のひび割れが見られた。アンカー筋位置での切断面を見るとアンカー筋の先端部付近から、水平あるいは斜め上方にひび割れが生じていた。アンカー筋周囲では拘束試験と同様に表層付近でコーン状の破壊、それより以深で凝集破壊あるいは界面破壊が見られた。

コンクリートとアンカー筋付近の損傷状況の分類を表-1に示す。S-1 では、凝集破壊を示すものが多かったが、S-2 では、いずれも界面破壊となった。

(2) 荷重－拔出し量の関係

S-1-D および S-2-D の荷重－拔出し量の関係を図-3に示す。なお、拔出し量は、アンカー筋の根元付近に取り付けた2個のワイヤー式変位計による拔出し量計測結果の平均値である。最大荷重が小さくなるとともに、拔出し量も小さい結果となった。

(3) 最大荷重の比較

各試験体の最大荷重を図-4に示す。各試験体ともS-2はS-1の50～65%程度の低い荷重となった。また、S-1については最大荷重のバラツキが大きい、S-2についてはバラツキが小さい結果となった。

4. 考察

S-1 のような拘束試験では、アンカー筋周囲のコンクリート部分に支圧力が作用するため、コーン破壊や界面破壊が生じにくい応力状態になっているものと思われる。そのため接着剤層内の凝集破壊に移行しやすく、最大荷重が接着剤の物理的性質に依存する傾向があると思われる。それに比較して、S-2 のような非拘束試験では、アンカー筋周囲に作用する支圧力が小さいため、コンクリートの割裂破壊やコーン破壊を生じさせやすく、それによってアンカー筋周囲の拘束が弱まり、アンカー筋とコンクリート界面での界面破壊を生じやすくしているものと思われる。そのため最大荷重はコンクリート強度と深く関係するものと思われる。

5. まとめ

有機系材料を用いた接着系あと施工アンカーに対して、載荷方法を変えて、静的引抜試験を行った。その結果、拘束状況の違いにより最大耐力に差が生じ、破壊形態も異なることが分かった。また、非拘束試験とした場合、最大荷重はコンクリート強度と深く関係するものと思われる。本稿では試験体数が1体ずつの試験であるためバラツキが大きいと思われるが、今後、検討を行っていく予定である。

参考文献：

- 1) EOTA: ETAG001 Part five: BONDED ANCHORS, Apr. 2013
- 2) EOTA: ETAG001 Annex A: DETAILS OF TESTS, Apr. 2013
- 3) ACI: 355.2, Qualification of Post-Installed Mechanical Anchors in Concrete & Commentary, 2001

表-1 各試験体の損傷状況

試験体	部位	載荷方法	
		S-1(拘束)	S-2(非拘束)
A	アンカー筋周囲	凝集	界面
	コンクリート	—	割裂+コーン
B	アンカー筋周囲	凝集	界面
	コンクリート	—	割裂+コーン
C	アンカー筋周囲	界面+凝集	界面
	コンクリート	—	割裂+コーン
D	アンカー筋周囲	凝集	界面
	コンクリート	—	割裂+コーン

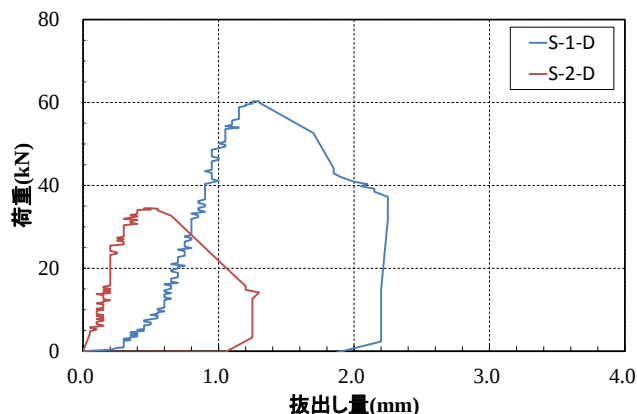


図-3 荷重－拔出し量関係

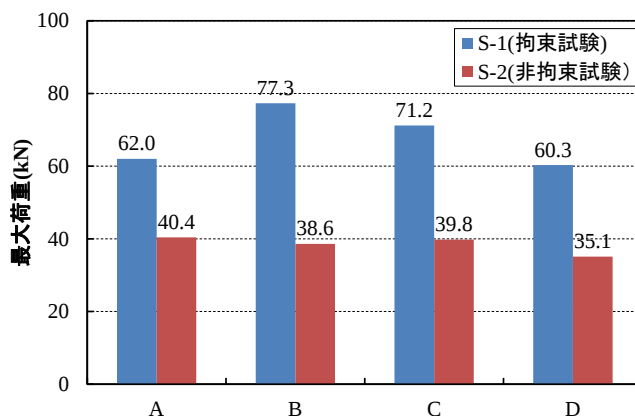


図-4 各試験体の最大荷重