

接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性に関する試験方法に関する実験的検討

東日本旅客鉄道 正会員 ○勝山なつ季
東日本旅客鉄道 正会員 井口 重信
東日本旅客鉄道 正会員 内藤 圭祐
東日本旅客鉄道 正会員 山田 宣彦

1. 目的

接着系あと施工アンカーの使用に際しては、耐久性の照査が重要である。特に有機系の接着剤を用いる場合には、耐アルカリ性の確認が必要である。欧米では、ETAG¹⁾²⁾や ACI³⁾といった基準があり、その試験体形状に関する仕様はあるものの、試験方法や結果の詳細は明らかにされていない。そこで、接着系あと施工アンカーの耐アルカリ性の評価方法を検討することとした。

ETAG では、あと施工アンカーを打設した試験体を30mm厚に切断した試験片をアルカリ溶液に浸漬し、試験片中央のアンカー筋部分を押し抜くことで耐アルカリ性を評価する。実際の環境においてはアンカー筋には圧縮力よりも引張力が作用する場合が大半であり、押し抜き試験の妥当性は不明確である。また、試験方法の詳細が試験結果に与える影響があると考えられることから、その影響について検討を行った。

2. 試験の概要

試験で使用した接着剤の諸元と特性値を表－1に示す。使用したアンカー筋径はM12とし、高温用合金鋼ボルトSNB7 (JIS G 4107)とした。また、各試験で使用した試験体および試験片の数を表－2に示す。

(1) 静的引抜き試験

試験体は、直径 300mm の紙製ボイド管にコンクリートを打設し、あと施工アンカーを固着させる被着体として作成した(図－1(a), (c))。コンクリート打設後にアンカー筋を設置するため、孔径 15 mm のハンマードリルで下向きに削孔し、アンカー筋を固着させた。静的引抜き試験は、図－2に示すように鋼材引張試験用万能試験機を用いて実施した。固定した下乗荷梁の下側に径が 25mm の支圧板を載せた試験体を設置し、上乗荷梁を引き上げることで試験を行った。コンクリート平均圧縮強度は、28.9 N/mm²であった。

(2) 静的押し抜き試験

試験体は、直径 150mm の紙製ボイド管に静的引抜き試験と同様に作成した(図－1(b), (c))。アンカー筋打設後に、試験体を約 30mm の厚さにスライスし、12 枚の試験片を用意した。押し抜き試験は、図－3に示すようにコンクリート圧縮試験用万能試験機を用いて実施した。上乗荷板の中心に押し抜き用鋼棒(M8)を取り付け、下乗荷板に径 17mm と 25mm の径をあげ、アンカー筋への影響を検証した。また、押し抜き試験時の割裂破壊を抑制するため、試験片の側面に固定金属治具を取り付けた。コンクリート平均圧縮強度は、28.2 N/mm²であった。

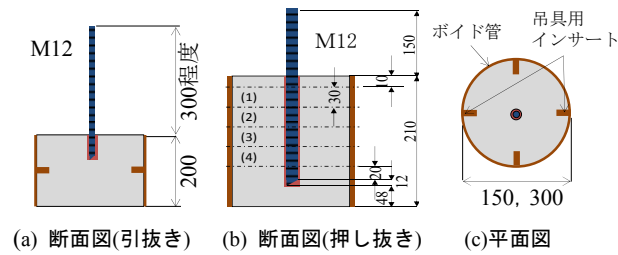
表－1 接着剤の諸元と特性値

記号	材料	充填方法	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
A	エポキシアクリレート	カプセル型	138.5	78.9
B	ビニルエステル	カプセル型	98.0	19.6
C	エポキシ	注入型	109.0	75.7
D	アクリル	注入型	124.0	25.0

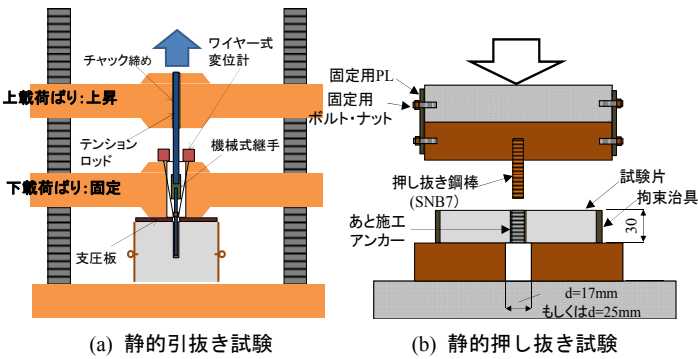
表－2 各試験体、試験片数

	支圧板/下乗荷板の孔径 (mm)	試験体、試験片数			
		A	B	C	D
引抜き試験	25	4	5	4	6
押し抜き試験	17	12 (9)	12 (12)	12 (4)	12 (11)
押し抜き試験	25	1	1	1	1

注) () 内の値は割裂しなかった試験片の数



図－1 試験体形状



図－2 各試験方法

表－3 各試験における破壊形状および最大荷重

		A	B	C	D
破壊形状	引抜き試験	凝集/接着破壊			
	押し抜き試験(17mm)	凝集/接着破壊			
	押し抜き試験(25mm)	コーン+凝集/接着破壊			
最大荷重 (kN)	引抜き試験	67.3	66.1	81.5	60.8
	押し抜き試験(17mm)	39.1	32.0	46.1	33.5
	押し抜き試験(25mm)	34.8	29.2	33.0	30.7

3. 試験結果

それぞれの試験における破壊形状と最大荷重の結果を表－3に示す。なお、押し抜き試験時に試験片が割裂してしまったものは、対象外としている。

(1) 破壊形状

各試験時の破壊形状の例を図－3に示す。引抜き試験および押し抜き試験（孔径 17mm）時には、凝集破壊(a)もしくは接着破壊(b)となった。一方、押し抜き試験（25mm）時は、コーン破壊を含む破壊形状(c)となった。

(2) 引抜き試験結果との比較

静的引抜き試験と押し抜き試験より得られた平均最大荷重から算出した各試験体の付着応力を図－4に示す。いずれのケースにおいて、引抜き試験よりも押し抜き試験の方が付着応力は大きくなった。

(3) 載荷板の孔径による影響

押し抜き試験時に、下載荷板の孔径を 17mm、25mm と変えた時の最大荷重の比較を図－5に示す。A～D すべての試験片において、孔径が小さい方が最大荷重は大きくなるのが分かった。

(4) 割裂破壊の検証

今回の押し抜き試験において、表－2に示すように試験片が割裂してしまったものがあつた。割裂した試験片と付着応力の関係と、その影響を検証した。試験片が割裂せずに評価対象になった割合と割裂あり・なしの付着応力の関係を図－6に示す。その結果、割裂した場合は付着応力が小さくなる傾向にあつた。また、付着応力が高いほど、割裂する割合が多くなるのが分かった。

4. 考察

アンカーを引抜くよりも押し抜く方が付着応力は大きくなった要因として、接着剤の圧縮強度が引張強度よりも強いからだと考えられる。また、支圧板の孔径が大きい場合はコーン破壊部分が含まれるため、最大荷重が低下したと考えられる。つまり、孔径が大きい場合はコンクリート強度が関係すると思われる。

試験片が割裂した場合の付着応力の低下においては、接着系アンカーはコンクリートとの付着力によって強度が決まるため、割裂によりコンクリート強度が低下したためだと考えられる。そのため、試験片が割裂してしまわないよう、試験寸法を大きくする必要があると考える。

5. まとめ

接着系あと施工アンカーの耐久性の評価に関して、押し抜き試験を行っても、引抜き試験時の付着性能と近い評価ができると考える。しかし、押し抜き試験時の方が付着応力は大きくなることから、その影響を考慮する必要がある。なお、試験片が割裂してしまわないよう、試験片の寸法を大きくすることが望ましい。また、試験片に載せる下載荷板の孔径が大きいとコンクリート強度が影響してしまうことから、孔径は小さい方が付着性能を精度良く計測できると考えられる。

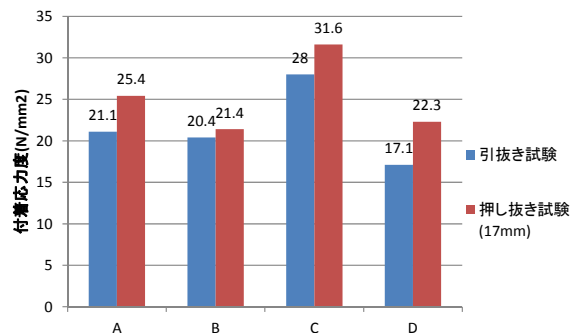
参考文献

- 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, 2011

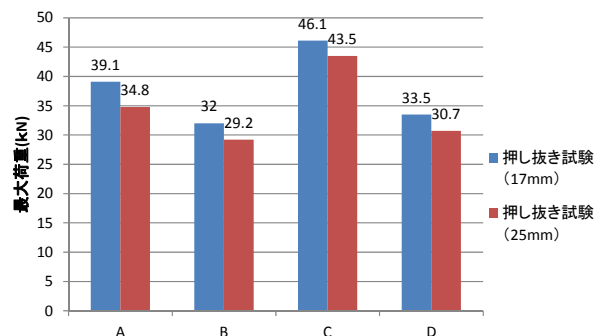


(a) 凝集破壊 (b) 接着破壊 (c) コーン+付着破壊

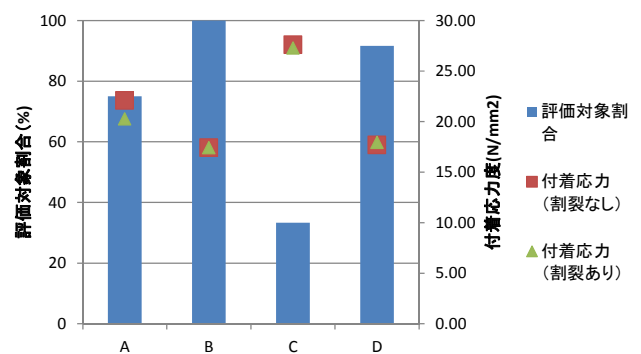
図－3 破壊形状の例



図－4 試験方法による付着応力への影響



図－5 下載荷板の孔径による最大荷重への影響



図－6 割裂による付着強度への影響