

欧米のあと施工アンカーの設計基準と製品認証制度（母材温度と付着応力度の関係）その1

日本ヒルティ(株) 正会員 ○宮崎 剛

日本ヒルティ(株) 正会員 高橋 宗臣

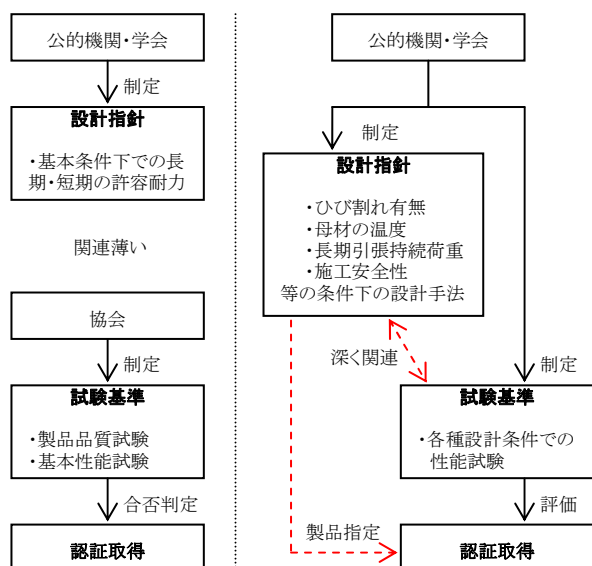
1. はじめに

近年、海外へのインフラ輸出の増大に伴い、現地における あと施工アンカーの基準・指針に対する関心が高まっている。中でも環太平洋地域は、日本ではなく欧州・米国の設計基準に準じている国が多いことも一因と考えられる。欧州の基準類は、早くから社会資本の補修・補強を想定したものとなっており、今後の我が国にとって学ぶべき点が多いが、国内では参照できる和文の資料が少なかった。そこで筆者らは、あと施工アンカーの欧米における設計基準と製品認証制度を調査し、その一部について確認試験を行ったので報告する。

2. 設計指針と製品認証制度

多くの建設材料と同様、あと施工アンカーにも製品認証制度が存在する。しかしながら欧米の制度は、下記の点で我が国と異なっている（図-2.1 参照）。

- ① 設計指針と製品認証が連携していること。その双方に、様々な設計条件が反映されること
- ② 設計指針は土木・建築や、橋梁・港湾などの区別がなく、統一されていること
- ③ 製品認証は所定のテストに対する合否判定ではなく、力学特性値や安全係数などの値で評価されること



(1)日本の場合

(2)欧米の場合

図-2.1 あと施工アンカーに関する設計指針および製品認証制度の違い

表-2.1 欧米のあと施工アンカーの基準一覧表

		欧州	米国
設計基準	制定者	CEN (欧州標準化委員会)	ACI (米国コンクリート工学会)
	図書名	CEN / TS (同上/技術仕様)	ACI318
認証基準	制定者	EOTA (欧州技術認証機構)	ACI
	図書名	ETAG001 (欧州技術認証ガイドライン)	ACI355
認証書	評価者	DIBt, CSTB 等 (欧州第3者評価機関)	ICC-ES (米国第3者評価機関)
	図書名	ETA-****	ESR-****

※2014年3月現在

表-2.1 に欧米の設計基準、認証基準、認証書を、表-2.2 に製品認証に要する試験項目を示す。表-2.2 の各種試験は、原則的に申請者がひび割れのあるコンクリートか、ひび割れの無いコンクリートに対する認証範囲を選択する。そして選択した認証範囲に応じた要求条件を満たすことと共に、条件内での性能に応じた製品毎の特性値や安全係数が評価され認証書が発行される。その発行された認証書と各種設計基準を元に、あと施工アンカーの設計を行う。いわゆる性能規定型の設計方法を採用しているが故に、このような相当数の試験項目を評価する必要がある。

キーワード あと施工アンカー、設計指針、製品認証、性能規定、温度、ひび割れ

連絡先 〒224-0037 横浜市都筑区茅ヶ崎南 2-6-20 日本ヒルティ(株)技術本部 TEL 0120-66-1159

表-2.2 欧米の製品認証に要する試験項目

あと施工アンカーの種類		金属系	接着系
試験項目			
基準試験	標準強度母材	◎	◎
	母材の温度範囲	◎	◎
	高強度母材	○	○
	ひびわれの有無	○	○
施工安全性	乾燥母材(孔内清掃50%)		○
	湿潤母材		○
	水中施工		○
	接着剤攪拌量		○
ひび割れ幅の増減		○	○
クリープ			○
トルクモーメント(へりあき-ピッチ)		○	○
凍結/融解(軸力有)			○
施工の向き(上・横)			○
最小ピッチ/へりあき		○	○

◎：必須項目，○：認証グレードによる選択項目



(1) 欧州の ETA-***

(2) 米国の ESR-****

図-2.2 取得された認証書の例(同一製品)

3. 接着系アンカーの設計方法

ここでは表-2.1 の欧州の CEN/TS の設計法から、接着系アンカーの各種破壊形態に対する引張耐力の特性値 N_{Rk} の算定法を紹介する。付着応力度の特性値 $\tau_{Rk}(N/mm^2)$ は製品に応じた値を用いること、母材の温度やひび割れの有無の影響が、算定式に織り込まれていることが、我が国の基準との主な相違点といえる。

①鋼材破壊

$$N_{Rk,s} = A_s \cdot f_{uk} \quad [N]$$

A_s : アンカー筋の有効断面積(mm²)

f_{uk} : 鋼材の引張耐力(N/mm²)

②付着破壊

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \underbrace{\frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{ec,Np} \cdot \psi_{re,Np}}_{\text{各種低減係数}^*} \quad [N]$$

$$N_{Rk,p}^0 = \pi \cdot d \cdot h_{ef} \cdot \tau_{Rk} \quad [N]$$

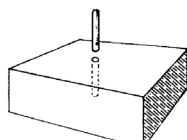
d : アンカー筋の直径(mm)

h_{ef} : アンカー筋の有効埋込み深さ(mm)

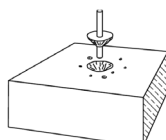
τ_{Rk} : 母材温度、ひび割れの有無に応じた

付着応力度の特性値(N/mm²)

(認証書に記載された値を用いる)



①鋼材破壊



②付着破壊

③コーン状破壊

$$N_{Rk,c} = N_{Rk,c}^0 \cdot \underbrace{\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N}}_{\text{各種低減係数}^*} \quad [N]$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck,cube}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad [N]$$

$k_1 = 7.2$: ひび割れのあるコンクリート

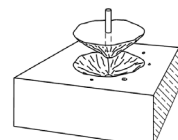
$k_1 = 10.1$: ひび割れの無いコンクリート

$f_{ck,cube}$: 設計基準強度(N/mm²)

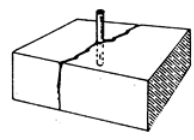
④割裂破壊

$$N_{Rk,sp} = N_{Rk,c}^0 \cdot \underbrace{\frac{A_{c,N}}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec,N} \cdot \psi_{h,sp}}_{\text{各種低減係数}^*} \quad [N]$$

※アンカー配置、鉄筋の影響、母材厚等による低減係数



③コーン状破壊



④割裂破壊

4. まとめと展望

早くから社会資本の補修・補強時代に入っている欧米の設計基準には、今後の我が国にとって重要な知見が多く含まれていることが分かった。次報の(その2)では、母材温度と付着性能に関する試験結果を報告する。