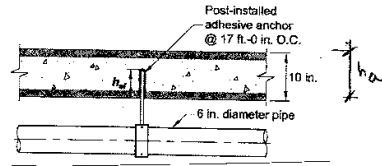


(12) Ejemplo de un anclaje adherido individual post-instalado solicitado en tracción

Verificar la capacidad del anclaje químico mostrado en la figura.

La estructura que contiene la tubería se ha clasificado como de Categoría Sísmica (SDC) B



Datos

$S = 41 \text{ gf}$   
 CP de la tubería de 6 pulgadas de diámetro, Sch. 40, llena de agua =  $47.6 \text{ gf/m}$ , y miscelánea =  $2.45 \text{ gf/m}$

Anclaje -

ASTM F1544 Grado 36  
 $F_{ya} = 2930 \text{ gf/cm}^2$   
 $F_{ta} = 4080 \text{ gf/cm}^2$   
 $F_{ta} < 1.9 F_{ya}$

Nota para la Tabla 17.4.5.2 -

Temperatura máxima durante la instalación =  $38^\circ\text{C}$   
 Temperatura máxima durante la operación, a largo plazo,  $26^\circ\text{C}$

$\frac{(0F - 32)}{1.8} = ^\circ\text{C}$

De la Tabla 17.4.5.2, para ambiente protegido  
 $\tau_{cr} = 21.1 \text{ gf/cm}^2$   
 $\tau_{uncr} = 20.3 \text{ gf/cm}^2$

$\text{psi} \left( \frac{0.453592}{2.54^2} \right) = \text{gf/cm}^2$

Nota - Aunque se utilizan los valores de la Tabla 17.4.5.2 en el diseño preliminar se requiere de la certificación de los valores a usar en el proyecto definitivo y en la instalación de los anclajes.

separación entre anclajes,  $s = 5.20 \text{ m}$

Concreto

$$F_c = 280 \text{ kgf/cm}^2$$

Concreto de agregado de peso normal,  $\lambda_a = 1.0$

Espesor de la losa soporte,  $h_a = 25.4 \text{ cm}$

se supondrá que la losa está fisurada y que el acero de refuerzo de la misma es suficiente para controlar la anchura de los fisuras.

Solución1. Criterios de proyectosolicitaciones

$$U = 1.4 (CP_{\text{tubaría}} + \text{miscelánea})_{\text{rep}}$$

$$U = 1.2 (CP_{\text{Tub.}} + \text{miscelánea})_{\text{rep}} + S$$

$$U = 1.4 (47.6 + 7.45) 5.20 = 400.8 \text{ kgf}$$

$$U = 1.2 (47.6 + 7.45) 5.20 + 41 = 384.5 \text{ kgf}$$

$$U = N_{ua} = 400.8 \text{ kgf}$$

requiere la Subsección 17-2.3.4.2

$$\frac{S}{N_{ua}} < 20\%$$

No se requiere cumplir los requisitos sísmicos de 17-2.3.4.1

La capacidad a tracción del anclaje debe reforzarse

$$N_{ua} \leq \begin{cases} \phi N_{sa} & (\text{resistencia a tracción del anclaje}) \\ \phi N_{cb} & (\text{rotura del concreto por tracción}) \\ \phi N_a & (\text{resistencia a la adherencia}) \end{cases}$$

En los anclajes adhesivos no se verifican la resistencia por desprendimiento del concreto,  $\phi N_{ps}$ , 17.4.3; y resistencia al desprendimiento lateral del concreto,  $\phi N_{lb}$ , 17.4.4

Ductilidad del onclaje

según 1E.2.3.4.3(a)iii y Artículo 2.3

23% alargamiento en 2 plg de long. > 14%  
40% reducción del área > 30%

2. Diámetro y longitud de empalmiento del onclaje

Para las solicitaciones a largo plazo, mantenidas, se debe verificar

$$0.55\phi N_{ba} \geq N_{ua} \quad (1E.3.1.2)$$

con  $\phi = 0.45$  por la Condición B Categoría 3  
según 1E.3.3c (ix)

$$N_{ba} = \lambda_a \tau_{cr} \pi d_a h_{ef} \quad (1E.4.5.2)$$

Esta verificación asegura que la fluencia (creep, flujo plástico) no influya en la falla local.  
[Ver Sección 24.2.4 Cálculo de flecha dependiente del tiempo, y en particular el Comentario R24.2.4.1, en ACI 318-14].

Mientras en el proyecto no se tenga la información de los ensayos del fabricante, Conservadoramente se usará  $\tau_{cr}$  de la tabla 1E.4.5.2, y será multiplicado por un factor de 0.4 para las solicitaciones mantenidas.

$$(0.55)\phi N_{ba} = (0.55)(0.45) \underbrace{(1.0 \times 0.4 \times 2.1.1)}_{\lambda_a} \pi d_a h_{ef} \geq N_{uas} = 400.8 \text{ klf}$$

despejando

$$h_{ef} \geq \frac{N_{ua}}{0.55(0.45)\lambda_a 0.4 \tau_{cr} \pi d_a} = \frac{61.07}{d_a}$$

$d_a / h_f$	$h_{ef}, \text{cm}$
3/8	63.87
1/2	47.90
5/8	28.32
3/4	31.94
1	23.95 $\approx 24 < h_a$

} exceden  $h_a = 25.4 \text{ cm}$   
(Ver pag 1/6)

Entonces, reemplazando en (17.3.1.2)

$$0.55 \phi N_{ba} = 403.70 > N_{ua} = 400.80 \text{ Verifica}$$

### 3. Capacidad a tracción del anclaje

$$\phi N_{sa} = \phi A_{se,N} F_{uta} \quad (17.4.1.2)$$

con  $\phi = 0.75$

$$A_{se,N} = 0.606 \text{ m}^2 (3.91 \text{ cm}^2)$$

Ver  $A_t$  en la Tabla Perfil básico de  
varcos, en Ayudas para el Proyecto

$$\phi N_{sa} = 11929.5 \text{ kgf} >> 400.80 \text{ kgf} \quad \text{Verifica}$$

### 4. Capacidad por adherencia

$$\phi N_a = \phi \frac{A_{na}}{A_{nao}} \psi_{ed,N} \psi_{cp,na} N_{br} > N_{ua} \quad (17.4.5.1a)$$

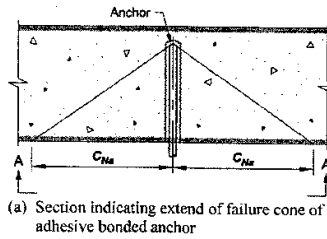
con  $\phi = 0.4$  según 17.3.3c(i) Condición II Categoría 3

$$N_{ba} = \lambda_a \phi \tau_{cr} d_a h_{ef} \quad (17.4.5.2)$$

En este ejemplo  $\frac{A_{na}}{A_{nao}} = 1$

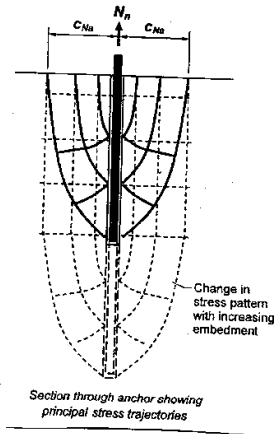
Se verificará el efecto de la distancia al borde,  
 $C_{a,min} > C_{na}$

según se muestra en las  
siguientes figuras.

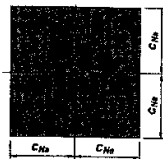


(a) Section indicating extend of failure cone of adhesive bonded anchor

Idealización del área de influencia de un anclaje adhesivo



Distancia del anclaje > 2cNa



$A_{No} = (2c_{Na})^2$   
Section A-A  
(b) Idealized failure plane

$$c_{Na} = 10da \sqrt{\frac{Z_{uncl}}{Z_{E-34}}} = 24.21 \text{ cm} \quad (17.4.5.1d)$$

$$\psi_{od, Na} = 1.0$$

Como no se dispone de acero de refuerzo

$$\psi_{cp, Na} = \frac{C_{aymm}}{C_{ac}} \geq \frac{c_{Na}}{C_{ac}} \quad (17.4.5.5b)$$

$$\psi_{cp, Na} = 1$$

Entonces  $\phi N_a = 635 \text{ kgf} > N_{ua} = 400.80 \text{ kgf}$  Verifica

5. Capacidad del concreto a la rotura

$$\phi N_{cb} \geq N_{ua} \quad (17.4.2.1a)$$

con  $\phi = 0.45$  por condición B categoría 3

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{od, N} \psi_{c, N} \psi_{cp, N} N_b \quad (17.4.2.1a)$$

$$A_{Nc} / A_{Nco} = 1.0$$

$$C_{a, \min} > C_{a, c} \quad \psi_{cp, N} = 1.0$$

Por no llevar acero de refuerzo,  $\psi_{c, N} = 1.0$

$$C_{a, \min} > 1.5 h_{ef} \quad \psi_{ed, N} = 1.0$$

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{F_c} h_{ef}^{1.5} \quad (17.4.2.2a)$$

con  $k_c = 1$

$$\phi N_{cb} = 6426 \text{ kgf} > 400.80 \text{ kgf} \quad \text{Verifica}$$

### Conclusión

<u>Modalidad de falla</u>	<u>Relación <math>N_{ua}/\phi N_t</math></u>
Resistencia del anclaje, $\phi N_{sa} = 1129.50$	0.35
Adherencia, $\phi N_a = 635 \text{ kgf}$	0.63
Rotura del concreto, $\phi N_{cb} = 6426 \text{ kgf}$	0.06
Carga mantenida en el tiempo, $0.55 \phi N_{ba} = 403.70$	$400.80/403.70 = 0.993$

se usará un anclaje ASTM F1554 Grado 36 de 1 pulg de diámetro, empotrado 24 cm mínimo.  
 Las subsecciones 17.8.2.2 y 17.8.2.4 exigen que estos anclajes sean instalados por una persona certificada y el trabajo continuamente inspeccionado.