

# 建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」2010.11改定における、あと施工アンカーの考え方

・「各種合成構造設計指針・同解説」は、1985年12月以来25年ぶりに改訂が行われた。

・大きな改訂点は、4. 5接着系アンカーボルトの設計として、新しく組み込まれたことである。

・これまでメカニカルアンカーボルトの設計として、本文に示されていた金属系アンカーについては、資料5 金属拡張アンカーボルトの設計として設計法を示し、耐震補強、設備機器類の固定に用いるアンカーの設計に適用する位置づけとなっている。

・詳しくは、日本建築学会「各種合成構造設計指針・同解説」2010.11を参照してください。

# 1. 接着アンカーの設計

# 有効埋め込み長さ確保

表4 低減係数

	$\phi_1$	$\phi_2$	$\phi_3$
長期荷重用	2/3	1/3	1/3
短期荷重用	1.0	2/3	2/3

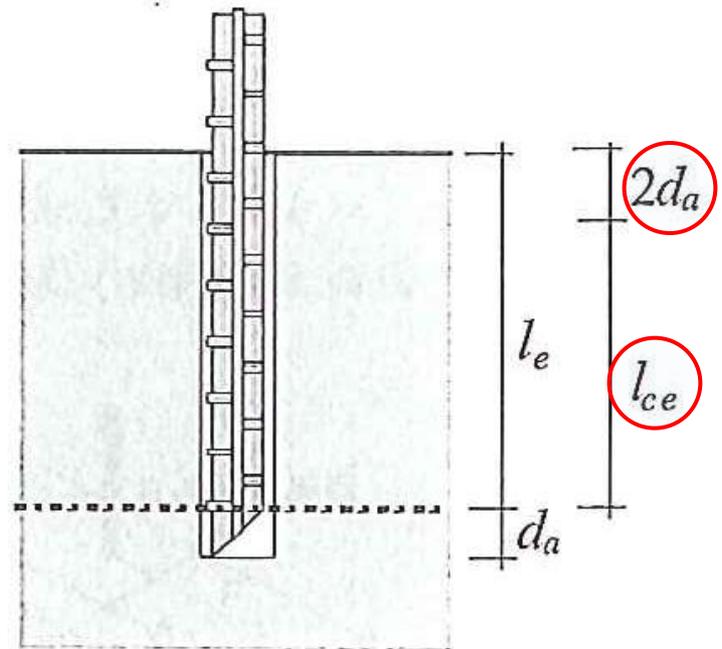


図8 回転・打撃タイプの有効埋め込み長さ  $l_e$  と算定用有効埋め込み長さ  $l_{ce}$  の代表例

本文

# 接着系アンカーの基本付着強度の設定

表5 接着系アンカーの基本平均付着強度  $\tau_{baug}$

	カプセル方式		注入方式
	有機系	無機系	有機系
普通コンクリート	$10\sqrt{F_c/21}$	$5\sqrt{F_c/21}$	$7\sqrt{F_c/21}$
軽量コンクリート	$8\sqrt{F_c/21}$	$4\sqrt{F_c/21}$	$5.6\sqrt{F_c/21}$

# 接着系アンカーの設計の考え方

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot \sigma_{pa} \cdot s_c \cdot a \quad (20)$$

$$p_{a3} = \phi_3 \cdot \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_{ce} \quad (21)$$

記号

$p_a$  : 接着系アンカーボルト 1 本当りの許容引張力

$p_{a1}$  : 接着系アンカーボルトの降伏によりきまる場合のアンカーボルト 1 本当りの許容引張力

$p_{a3}$  : 接着系アンカーボルトの付着力によりきまる場合のアンカーボルト 1 本当りの許容引張力

## 4.5.1 引張力を受ける場合

既存コンクリート中に定着された接着系アンカーボルト 1 本当たりの許容引張力  $p_a$  は、(20)式および(21)式で算定される値のうち、小なる値とする。

ただし、短期許容引張力において、アンカーボルトの降伏を保証する設計が要求される場合には、(21)式による短期許容引張力が、アンカーボルトの上限強度により算出した(20)式による値を上回るようにする。なお、その場合においても短期許容引張力は規格降伏点強度により算出した(20)式による値とする。

表 3.5 コンクリートの種類と設計基準強度の範囲

コンクリートの種類		設計基準強度 $F_c$ の範囲 (N/mm <sup>2</sup> )	使用する骨材	
			粗骨材	細骨材
普通コンクリート		18~48	砂利, 碎石, 高炉 スラグ碎石 <sup>(注1)</sup>	砂, 砕砂, スラグ砂 <sup>(注2)</sup>
軽量コンクリート	1種	18~48	人工軽量骨材	砂, 砕砂, スラグ砂
	2種	18~48	人工軽量骨材	人工軽量骨材またはこの一部 を砂, 砕砂, スラグ砂で置き 換えたもの

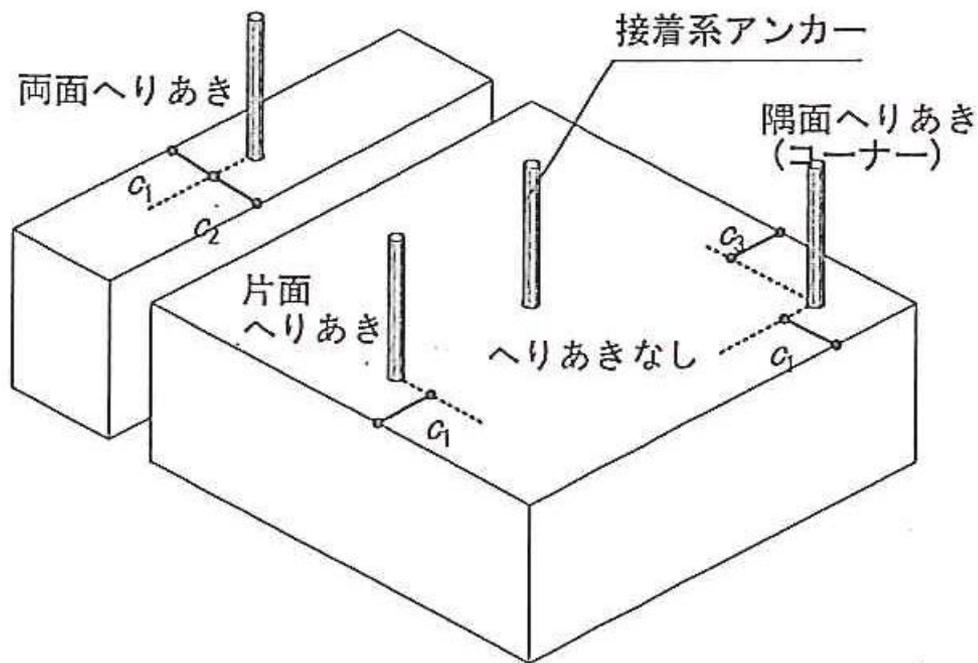
[注] 1) 砂利・碎石・高炉スラグ碎石は、これらを混合して用いる場合を含む。

2) 砂・砕砂・スラグ砂は、これらを混合して用いる場合を含む。

# 本文

## へりあきの考え方

$c_n$  : へりあき寸法, または, アンカーボルトピッチ  $a$  の  $1/2$  で  $c_n = a_n/2$  ( $n=1 \sim 3$ ) とする. もっとも小さい寸法となる 3 面までを考慮する (図 9 参照).



# へりあき面とへりあき寸法

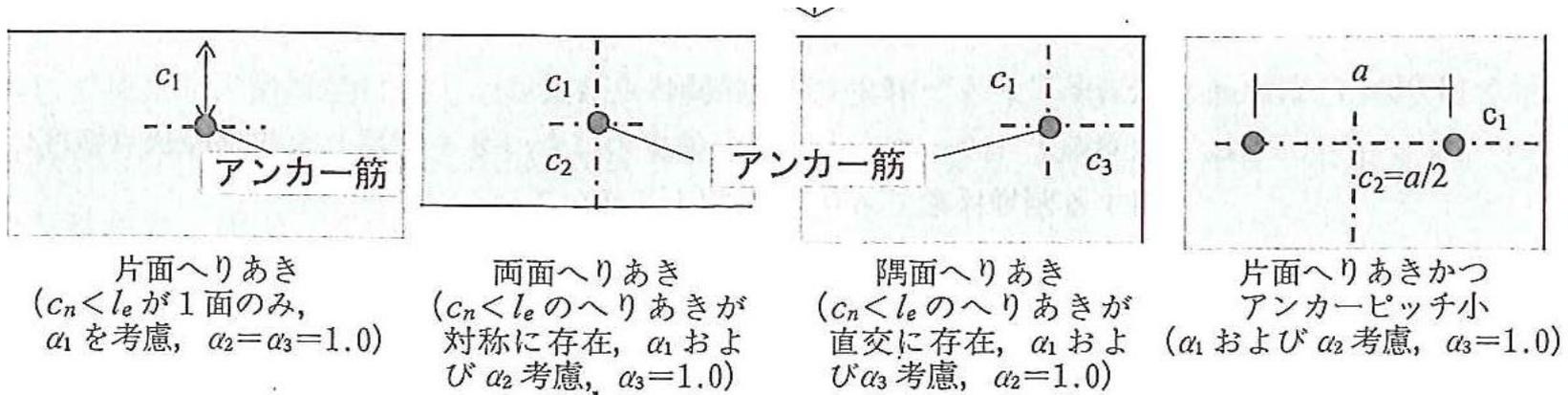


図9 接着系アンカーのへりあき面とへりあき寸法

# 本文

## せん断力を受ける場合

### 4.5.2 せん断力を受ける場合

(1) コンクリート躯体中に定着された接着系アンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力  $q_a$  は, (24) 式, (25) 式および (26) 式で算定される値のうち, いずれか小なる値とする.

$$q_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{qa} \cdot scA \quad (24)$$

$$q_{a2} = \phi_2 \cdot c \sigma_{qa} \cdot scA \quad (25)$$

$$q_{a3} = \phi_2 \cdot c \sigma_t \cdot A_{qc} \quad (26)$$

- 記号  $q_a$ : 接着系アンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力
- $q_{a1}$ : 接着系アンカーボルトのせん断強度により決まる場合のアンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力
- $q_{a2}$ : 定着した躯体の支圧強度により決まる場合の接着系アンカーボルト 1 本当たりの許容せん断力
- $q_{a3}$ : 定着した躯体のコーン状破壊により決まる場合の接着系アンカーボルト 1

本文

# せん断破壊面

$A_{qc}$ ：せん断力に対するコーン状破壊面の有効投影面積で  $A_{qc}=0.5\pi c^2$  とする  
〔図 10 参照〕.

$c$ ：へりあき寸法

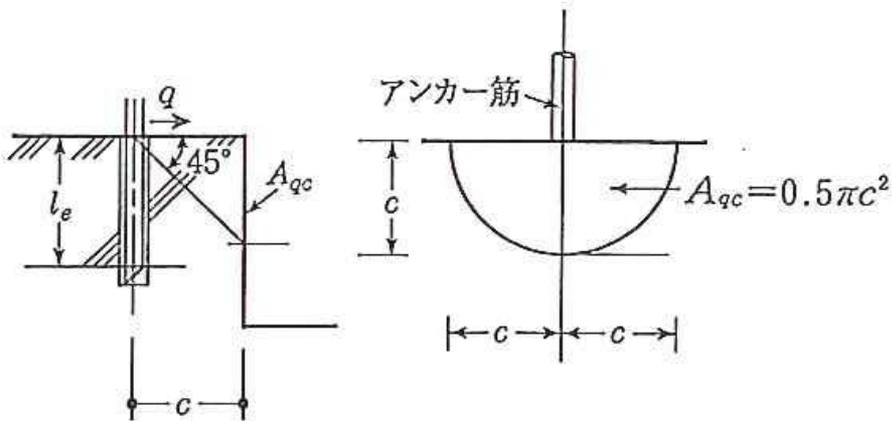


図 10 側面の有効投影面積

# 本文

## 短期せん断力確保の有効埋め込み長さ

- (2) 短期許容せん断力を確保するための接着系アンカーボルトの有効埋め込み長さ  $l_e$  は, (27)式を満たすように算定するものとする.

$$l_e \geq \frac{s\sigma_{pa} \cdot d_a}{4 \cdot \tau_a} \quad (27)$$

ここで,  $s\sigma_{pa}$ : 接着系アンカーボルトの有効埋め込み長さを算定する場合の引張強度で,  
 $s\sigma_{pa} = s\sigma_y$  とする.

$s\sigma_y$ : 接着系アンカーボルトの規格降伏点強度

$d_a$ : 接着系アンカーボルトの径

$l_e$ : 接着系アンカーボルトの有効埋め込み長さ

$\tau_a$ : へりあきおよびアンカーボルトのピッチを考慮した接着系アンカーボルトの引張力に対する付着強度で(22)式による.

- (3) せん断力を受ける方向により, へりあき寸法  $c$  の影響を考慮する必要がある.

## 引張り力を受ける場合

### 4.5.1 引張り力を受ける場合

- (1) 接着系アンカーボルトは、硬化した母材コンクリートに穿孔した孔とアンカーボルトとのすき間を、接着剤で充填し硬化させ、物理的に固着している。この固着力は、アンカーボルトの凹凸部、コンクリート孔壁の凹凸部と硬化した接着剤のせん断抵抗力に依存しており、これをアンカーボルトとコンクリートとの「付着力」によるものとして取り扱うこととする。引張り力に対する力の伝達機構を図4.24に示し、アンカーボルトとコンクリート孔壁の凹凸部に接着剤が充填された状態を拡大し、図4.25に示す。

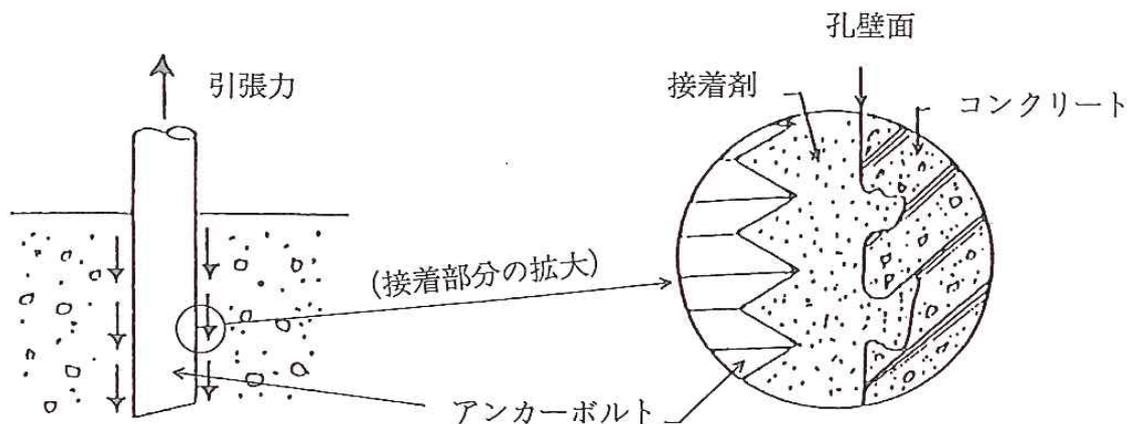


図4.24 力の伝達機構

図4.25 接着部分の拡大

# 破壊モード

図 4.27 に有効埋込み長さの違いによる破壊モードの例を示す。実験での観察結果においては、有効埋込み長さ ( $l_e$ ) の違いによりコンクリートのコーン状破壊領域が異なる様相を示す。有効埋込み長さが  $10d_a$  ( $d_a$ : アンカーボルトの径) 程度まではコーン状破壊モードが支配的と

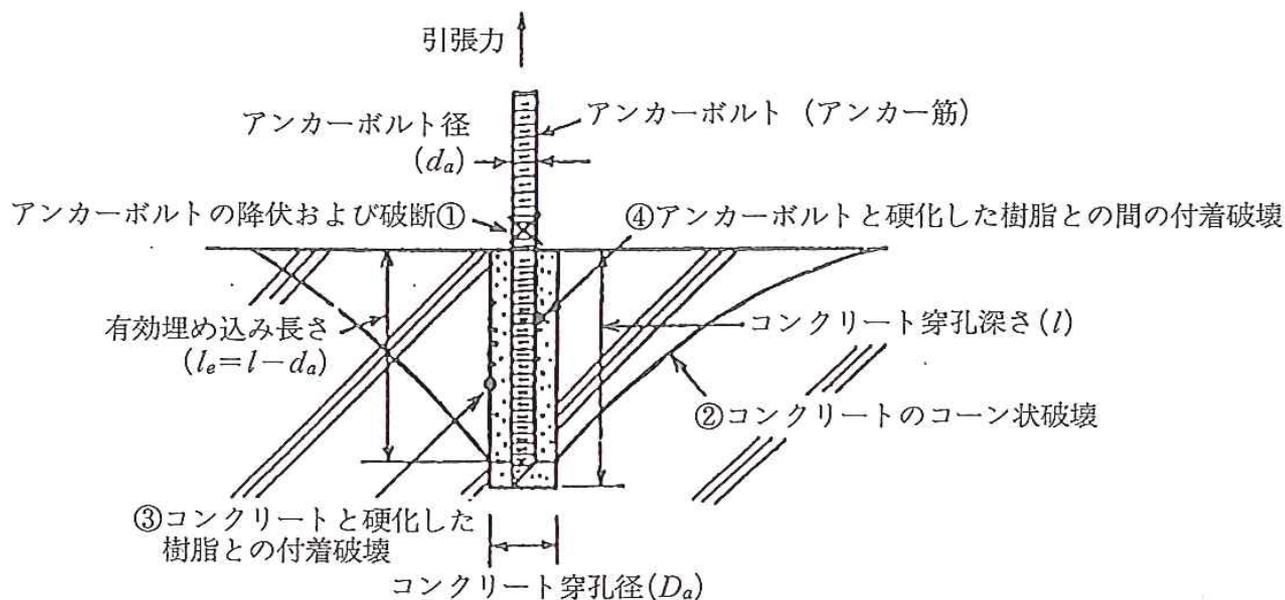


図 4.26 接着系アンカーの引張耐力を支配する破壊モード

# 解説

## 先端形状と埋め込み深さ

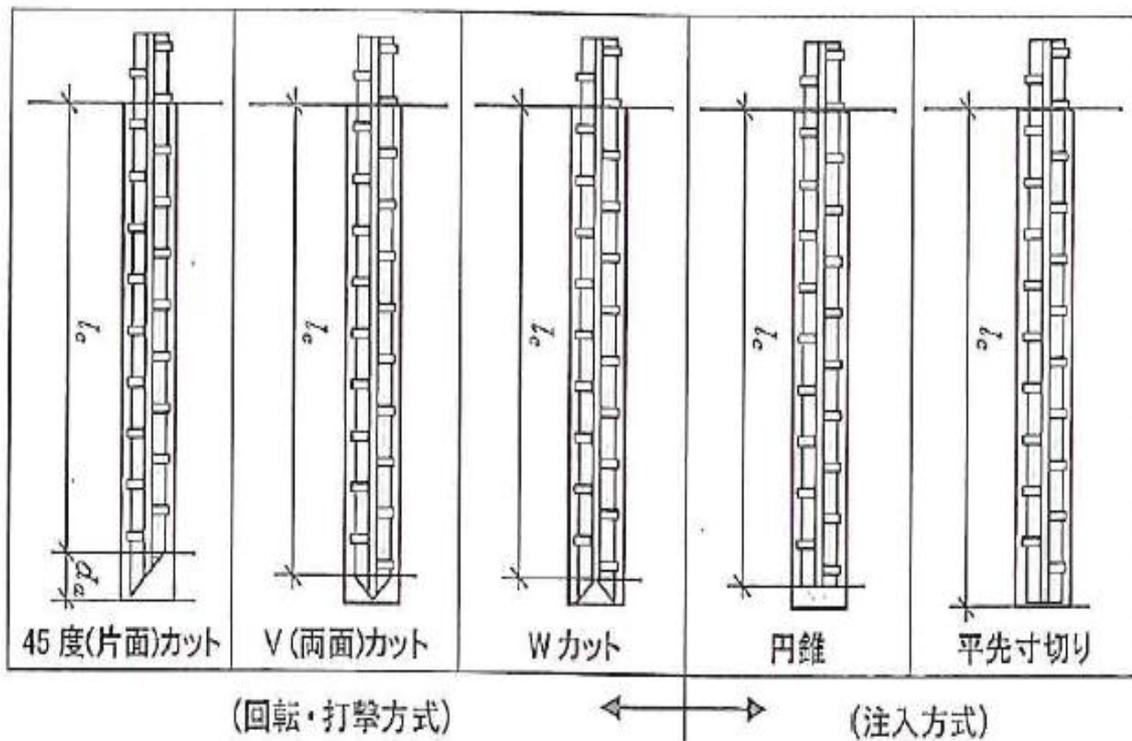


図 4.28 アンカーボルト先端形状と埋込み深さ  $l_e$

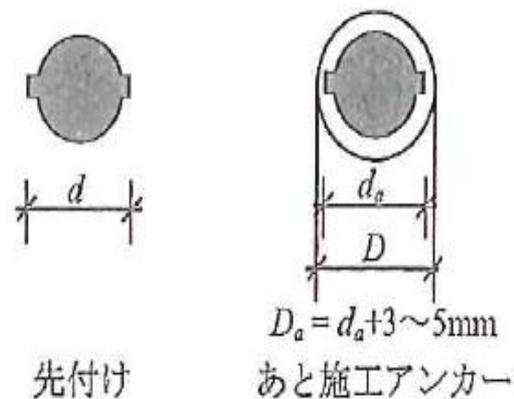


図 4.29 鉄筋径と一般的な穿孔径の関係

# 解説

## 許容引張力

### (4) 許容引張力

#### ① 耐力式

接着系アンカーボルトの許容引張力は、(20)式および(21)式のいずれか小なる値で与える。(20)式による算定値はアンカーボルトの引張降伏で決定される許容引張力であり、(21)式による算定値は付着力で決定される許容引張力である。それぞれ、(4.5)、(4.7)式の終局耐力式を準用して決定している。一方、埋込み長さが小さい接着系アンカーボルトでは、コーン状破壊の影響が大きく、頭付きアンカーボルトと同様に(4.6)式を加えた3式を用いる手法が用いられる場合がある<sup>23)</sup>。しかし、終局耐力を決定している破壊モードは、有効埋込み長さの違いに関係なく、コンクリートコーン状破壊区間を除いた区間での付着破壊で決定していると考えられる。

$$p_1 = s\sigma_{pa} \cdot s_c a \quad (\text{N}) \quad (4.5)$$

$$p_2 = c\sigma_f \cdot A_c \quad (\text{N}) \quad (4.6)$$

$$c\sigma_t = 0.31\sqrt{F_c} \quad (\text{N/mm}^2)$$

# 破壊モードと耐力の関係

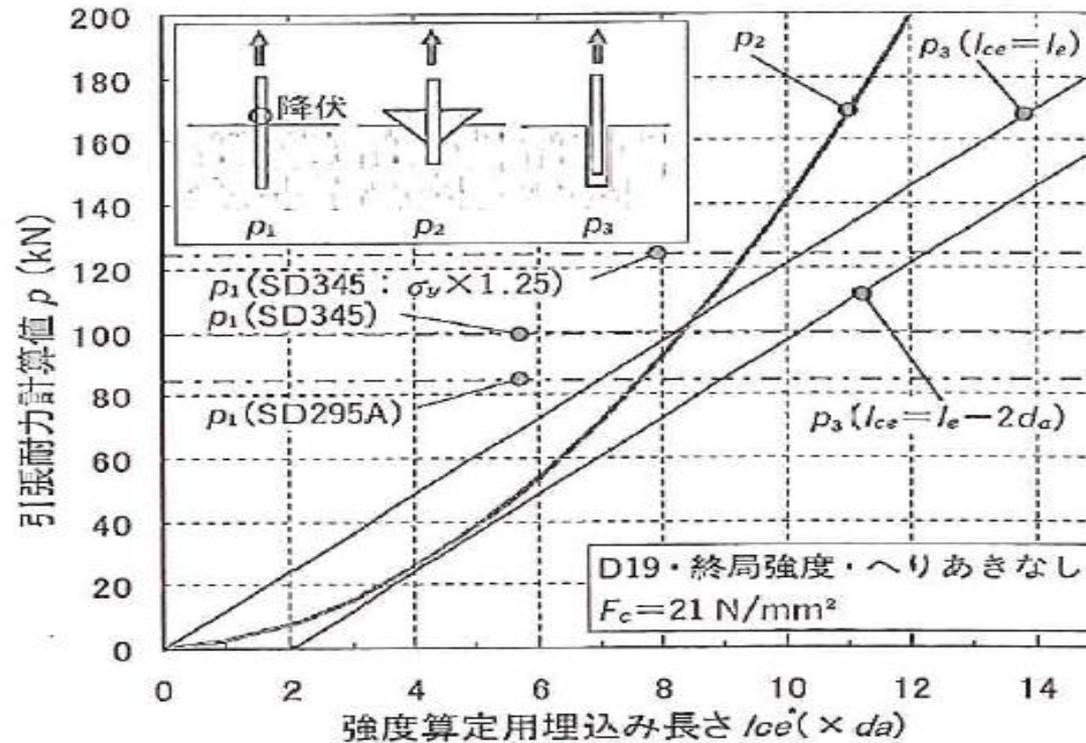


図 4.30 各耐力と算定用埋込長さの関係

$$\rho_3 = \tau_a \cdot \pi \cdot d_a \cdot l_{ce} \quad (\text{N})$$

(4.7)

$$\tau_a = 10\sqrt{(F_c/21)} \quad (\text{N/mm}^2)$$

# 解説

## アンカーボルトのひずみ分布

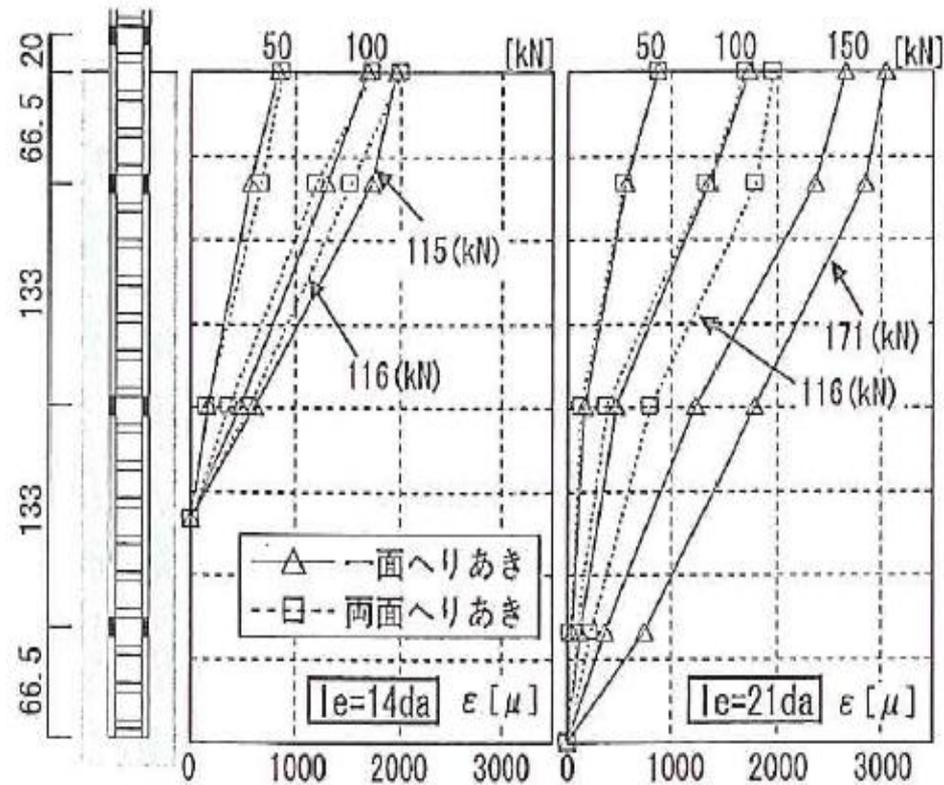
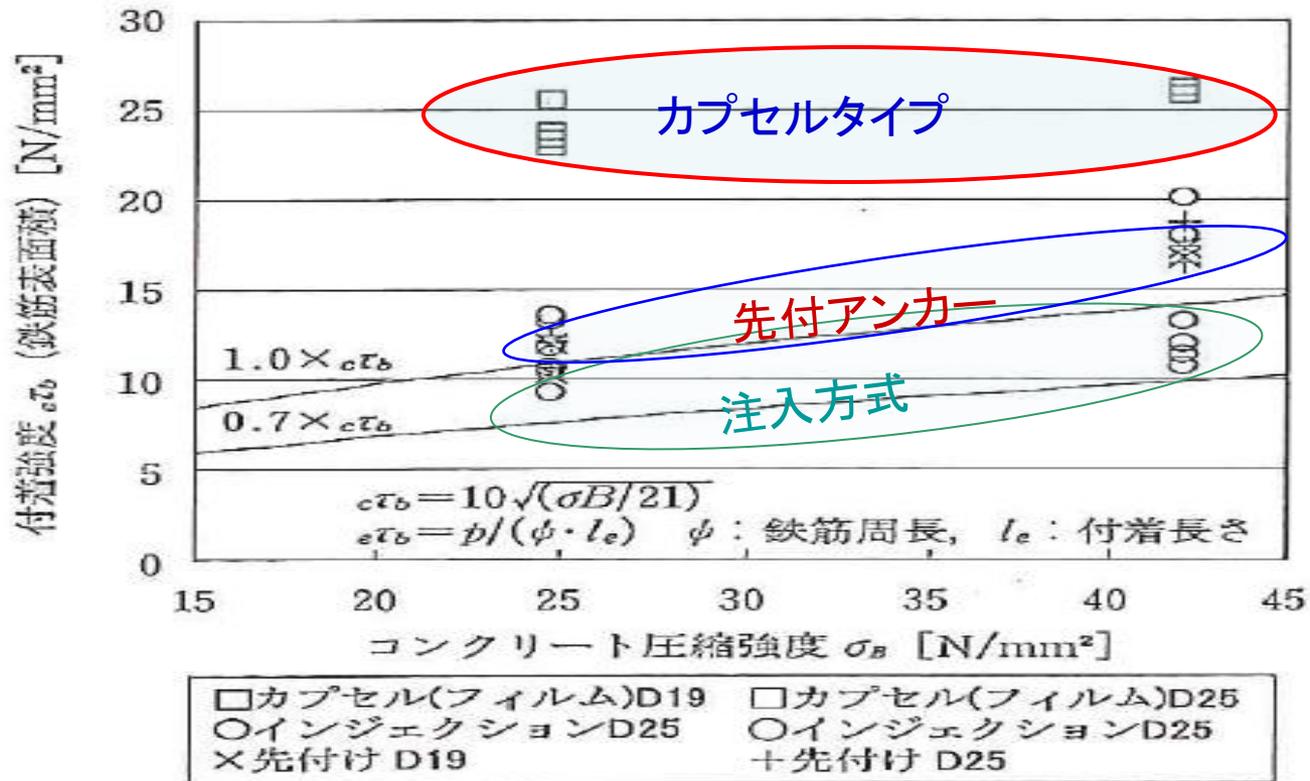


図 4.31 アンカーボルトひずみ度分布 (インジェクションタイプ,  $d_a=19$  mm,  $c=75$  mm)

# 解説

## アンカータイプと付着強度の比較



(b) 付着強度実験結果

## 2. 金属拡張アンカーアンカーの設計

資料5 金属拡張アンカーボルトの設計

# 適用範囲

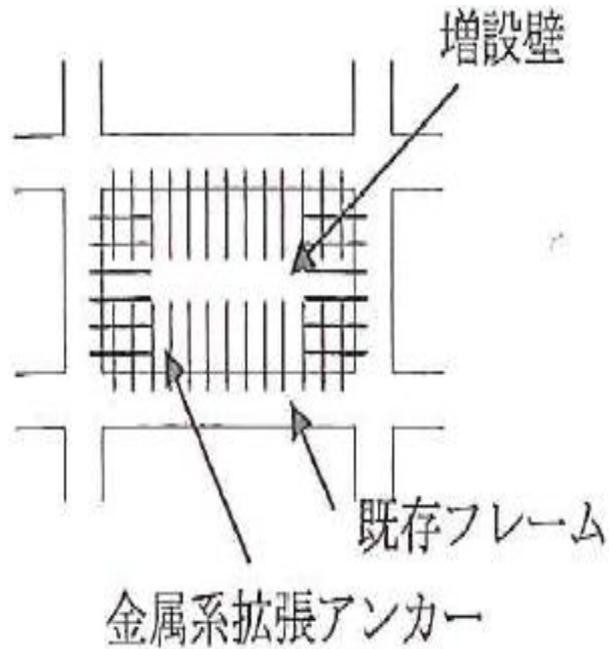
## 5.1 適用範囲

構造用としては主に耐震補強における耐震壁の定着部に、非構造用としては設備機器類の固定に用いる金属系拡張アンカーボルトの設計に適用する。

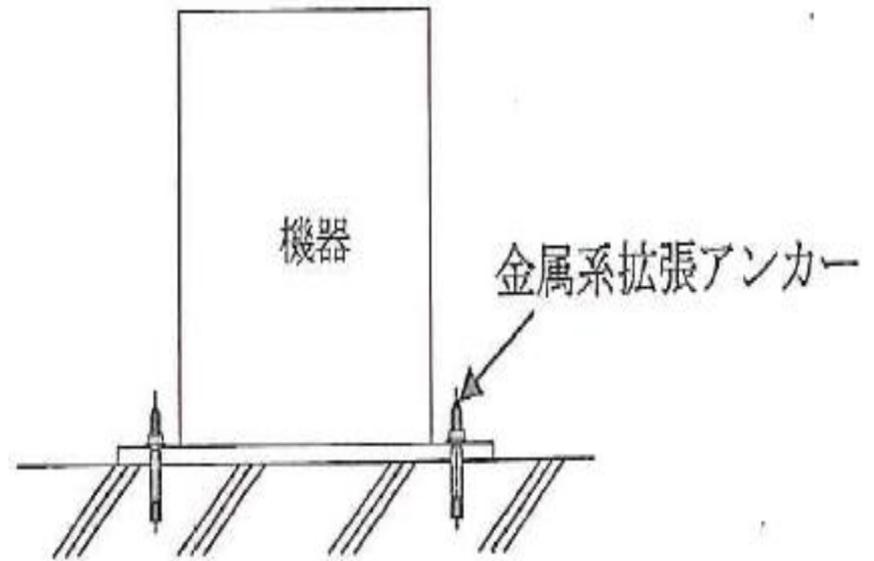
本指針で対象とする金属系拡張アンカーボルトの用途には、以下の2種類がある。

- (1) 構造用……既存コンクリートと増設コンクリートとの間の応力伝達等に用いる〔A-図 5.1(a)〕。
- (2) 非構造用……機器・配管や仕上材等を既存コンクリートに固定するのに用いる〔A-図 5.1(b)〕。

# 金属系アンカーの用途



(a) 構造用 (耐震補強等)



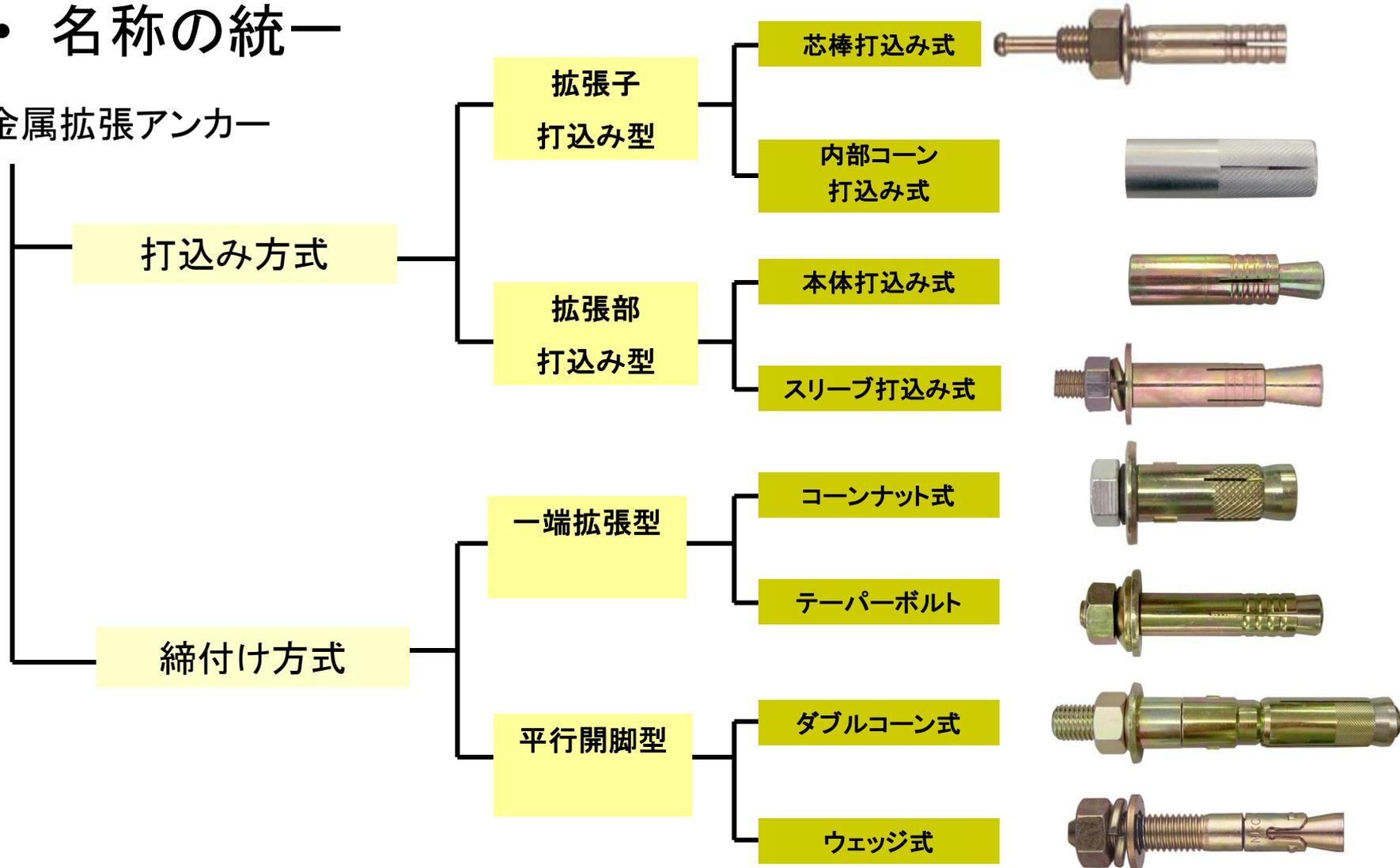
(b) 非構造用 (機器, 配管, 仕上材等の固定)

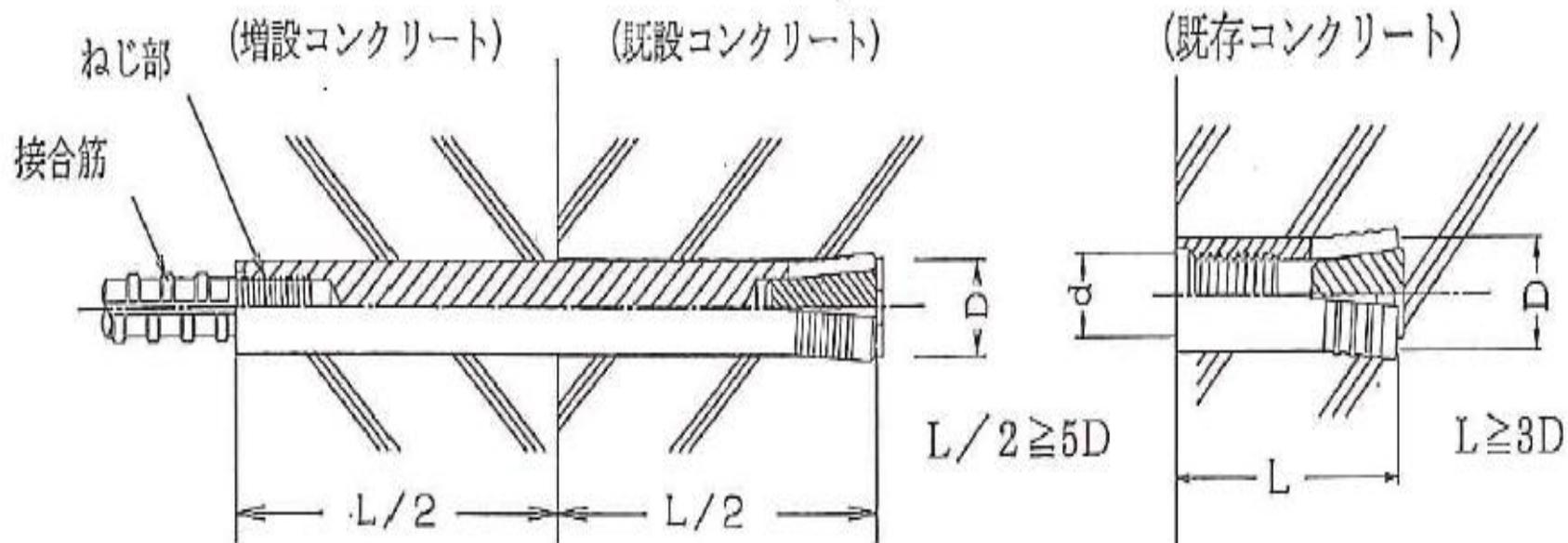
A-図5.1 金属系拡張アンカーの用途

# あと施工アンカー分類(金属系)

## ・ 名称の統一

金属拡張アンカー





(a) 構造用 (本体打込式改良型)

(b) 非構造用 (本体打込式従来型)

A-図5.4 本体の長さ、ねじ部の位置による分類

# 許容引張力について

$$p_{a1} = \phi_1 \cdot s \sigma_{pa} \cdot sc \alpha \quad (\text{A-5.1})$$

$$p_{a2} = \phi_2 \cdot \alpha_c \cdot c \sigma_t \cdot A_c \quad (\text{A-5.2})$$

記号

$p_a$  : 金属系拡張アンカーボルト 1 本当たりの許容引張力

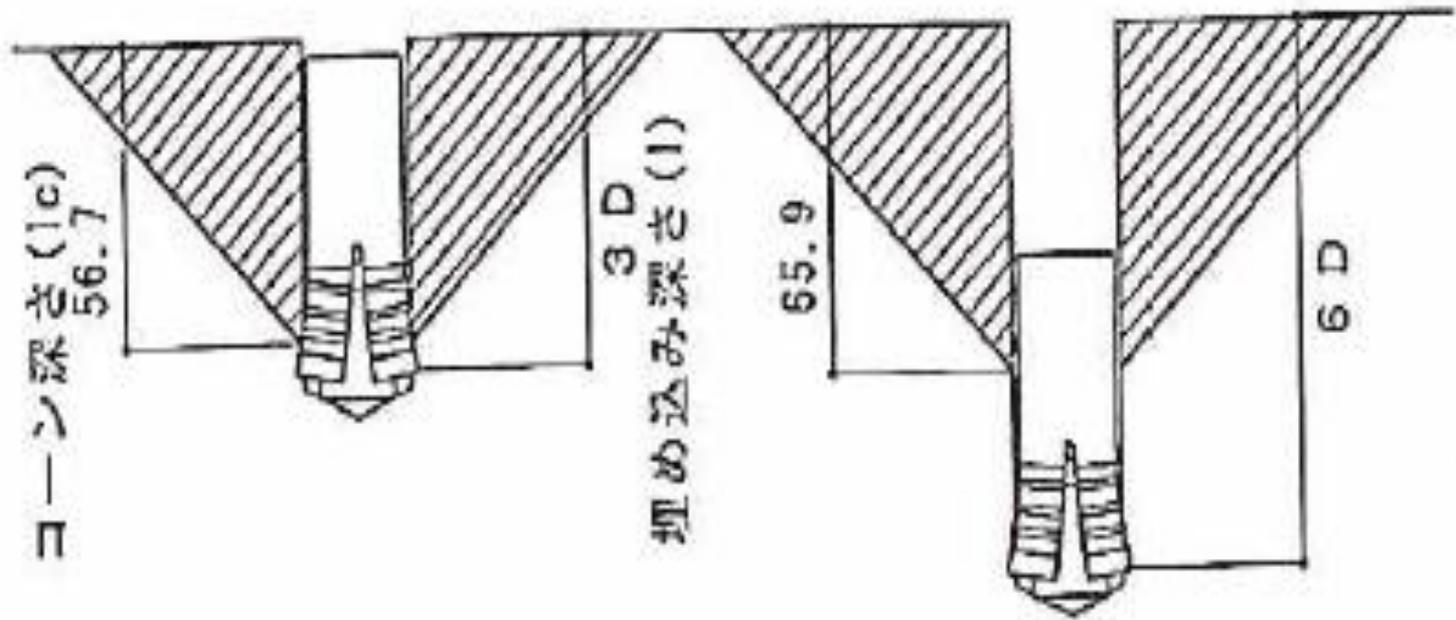
$p_{a1}$  : 金属系拡張アンカーボルトの降伏により決まる場合のアンカーボルト 1 本当たりの許容引張力

$p_{a2}$  : 定着したコンクリート躯体のコーン状破壊により決まる場合の金属拡張アンカーボルト 1 本当たりの許容引張力

$\alpha_c$  : 施工のバラツキを考慮した低減係数で  $\alpha_c = 0.75$  とする。

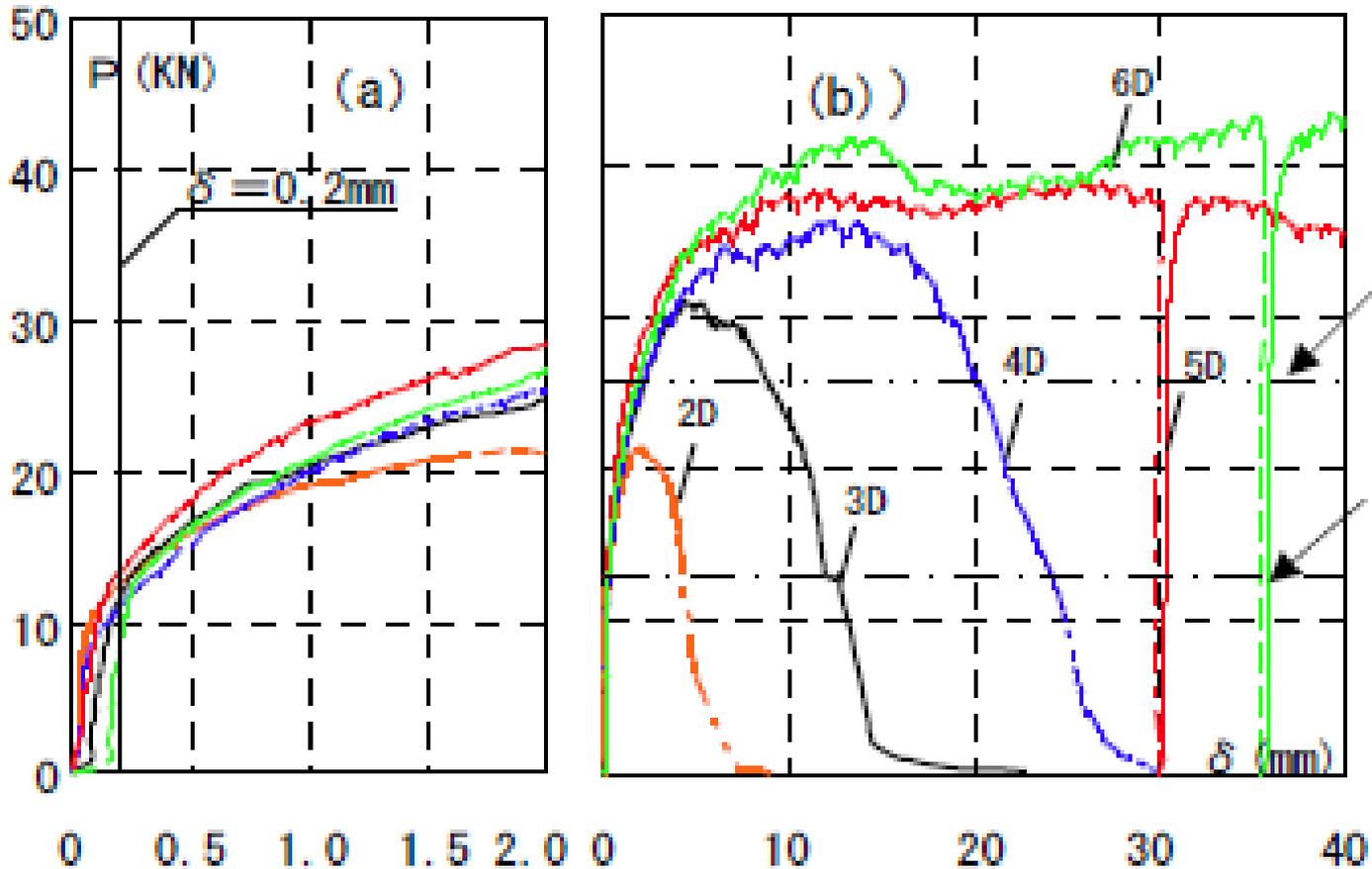
$\phi_1, \phi_2$  : 低減係数で A-表 1 の値を用いる。

# 埋め込み長さとコーン破壊の関係

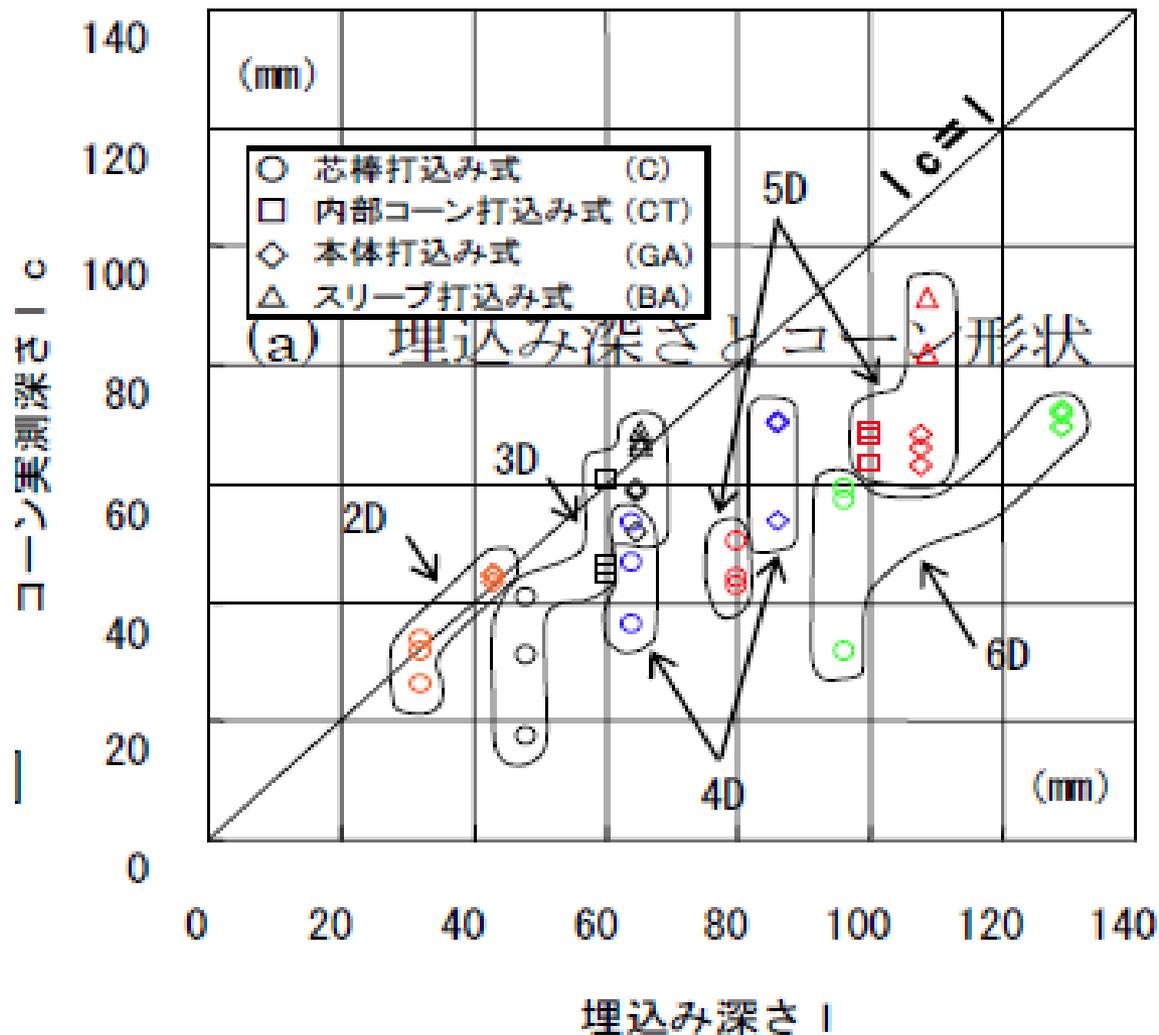


(a) 埋込み深さとコーン形状

# 埋め込み長さ別P- $\delta$ 関係



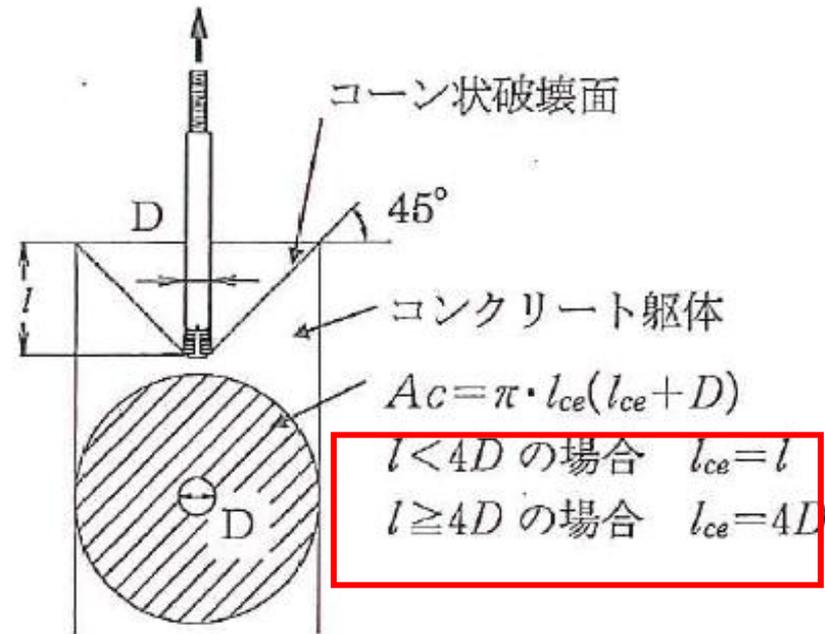
# 埋め込み深さとコーン破壊深さの関係



# 埋め込み長さと強度の上限値

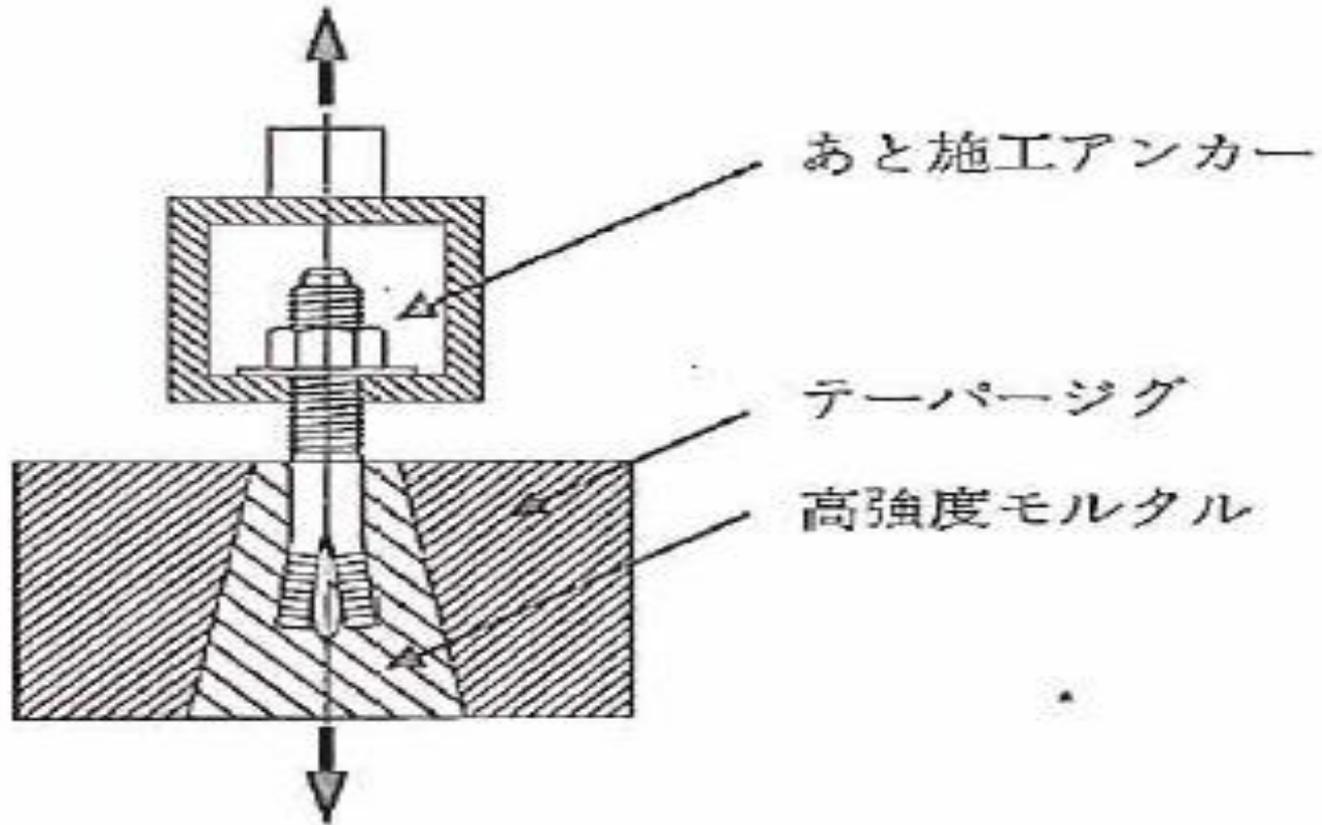
A-表1 低減係数

	$\phi_1$	$\phi_2$
長期荷重用	2/3	1/3
短期荷重用	1.0	2/3



A-図1 有効水平投影面積  $A_c$

# 金属系アンカーの品質管理



A-図 5.5 セット試験

# 構造規定

i) ピッチは、アンカーボルト定着部外径の7.5倍以上で、かつ600 mm以下とする。

ii) ゲージは、アンカーボルト定着部外径の5倍以上とする。

iii) へりあき寸法は40 mm以上とする。

iv) はしあき寸法は100 mm以上とする。

v) アンカーボルトのコンクリートかぶり厚さは、あらゆる方向について30 mm以上とする。

ピッチ・ゲージ、へりあき寸法およびはしあき寸法が引張耐力に与える影響は、基本的にはコンクリートのコーン状破壊面の有効水平投影面積の算定で考慮される。補強鉄筋の影響も考慮して、これらの間隔を定めるにはまだ実験試料が不十分であり、「第1編 合成梁構造設計指針」6.5節に準ずることとした。