

## I-A 437

## 縁端距離の小さい場合の付着型アンカーボルトの補強方法

名古屋工業大学 正員 小畑 誠

五洋建設 正員 井上 道雄

名古屋工業大学 正員 後藤 芳顕

## 1. はじめに

付着型アンカーはアンカーボルト表面の付着力によりコンクリートあるいは岩盤等に構造物を定着するものである。この付着型アンカーは底部に定着板等を持つもの（以下定着板型アンカーと呼ぶ）とは異なり引き抜き力に対して引張り破壊であるコーン破壊と付着破壊が混在する複雑な破壊形式を呈することがある（図1）。この付着型アンカーの自由端からの縁端距離の影響の評価は設計上重要な事項であるが、著者らは基本となる単一の付着型アンカーについて合理的な解析法の提案し、それを実験により実証してきた<sup>1)</sup>。これをうけて本研究では縁端距離の小さい場合の補強法について実験的に考察する。

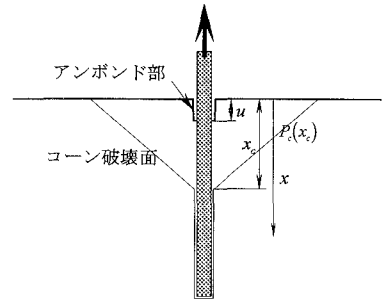


図1 コーン破壊と付着破壊の連成破壊

## 2. 縁端距離の小さい場合の引き抜き耐力の評価

コーン破壊と付着破壊の混在する場合のコーン破壊発生荷重は図2のように深さ  $x_c$  より上の部分でのコーン破壊強度  $P_c(x_c)$  と付着強度  $P_b(x_c)$  のつり合いを考えることにより次式により与えられる。<sup>2)</sup>

$$P_c(x_c) = P_b(x_c), \quad \frac{dP_c}{dx} \bigg|_{x=x_c} = \frac{dP_b}{dx} \bigg|_{x=x_c} \quad (1,2)$$

ここで  $P_c(x)$ ,  $P_b(x)$  は適切な力学モデルにしたがって決めることになるが、ここでは  $P_b(x)$  については一様な分布とする。一方、 $P_c(x)$  は図2で  $\phi = 45^\circ$  としてその面での平均応力がコーン破壊強度に達するときには破壊するとする方法が従来取られてきた。著者らはこれに対し同じくコーン状の破壊面を仮定しながらも  $P_c(x)$  としてき裂が不安定的な進展をするための条件から  $\phi = 45^\circ$  に対し次式を1.5乗則として提案した。<sup>1)</sup>

$$P_c(x) = \begin{cases} C(2\pi y)^{1.5} & u \leq x < c - \frac{D}{2} \\ C \left( 2\pi \left( 1 - \frac{\theta}{\pi} \right) y \right)^{1.5} & c - \frac{D}{2} \leq x \leq \ell + u \end{cases} \quad (3)$$

$$y = x + \frac{D}{2} \quad \cos \theta = \frac{c}{y} \quad \text{for } c - \frac{D}{2} \leq x \leq \ell + u \quad (4,5)$$

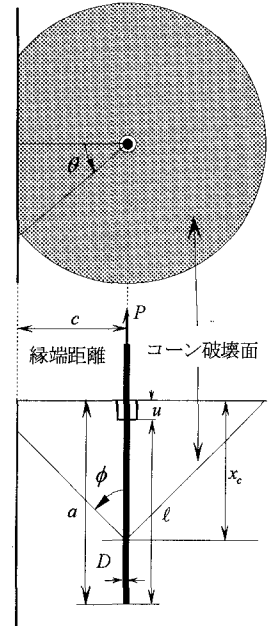


図2 縁端の影響を受けるアンカーボルト

ここに  $C$  はコンクリート等の破壊靱性値を含み、強度を表す材料定数である。

上式では  $P_c(x)$  は深さ  $x$  の1.5乗に比例し、コーン破壊の発生深さも深くなり従来のモデルより縁端距離の影響を受けやすくなる。

## 3. 実験の概要

本実験では縁端距離の小さい場合について定着板型アンカーでの補強法<sup>3)</sup>を参考にコーン破壊面を鉄筋により補強したときの付着型アンカー引き抜き耐力、破壊形式について検討する。供試体は図3に示すようなものを用い、表1にまとめるように2種類の縁端距離 ( $c/a=0.5, 1.0$ ) についてそれぞれ D10, D13 と補強鉄筋の絶対量を変化させた。また比較のために無補強のものについても実験を行った。補強は図2のコーン破壊面の自由縁端側のコーン破壊面の欠落を補うかたちで図4のようにアンカーボルトと平行に配筋することにより行った。載荷は載荷ばりを用いてセンターホールジャッキで0.2tonfのピッチで静的に行い、荷重と引き抜き

端部でのコンクリートとの相対変位を測定した。またひび割れの発生は目視にて観察した。

#### 4. 実験結果と考察

実験結果は図5にまとめて示す。ただし引き抜き耐力( $P_f$ )は縁端距離と補強の影響のないFCの引き抜き耐力( $P_{ref}$ )で正規化し、かつ $P_f \propto \sqrt{\sigma_c}$ を仮定してコンクリートの強度はすべて設計強度である $210\text{kgf/cm}^2$ に換算した。図5からわかるようにすべての供試体について引き抜き耐力は縁端距離( $c/a$ )のみで決定しておりその値は式(1),(2)と1.5乗則から推定できるものと良く一致して

いる。また破壊形状としてはFCを除くすべての供試体でコーン破壊がボルト下端部から発生した時点で最大荷重が生じた。したがって付着型アンカーに関しては今回配置したような補強筋は耐力向上にはほとんど寄与していない。これはコーン破壊の発生と同時にアンカーボルトを中心に放射状にひび割れが発生し、特に縁端距離が一番短いところに発生したひび割れが付着型アンカーボルトの付着力を急激に低下させ、補強筋に引き抜き力が伝達されず、アンカーボルトの付着破壊が生じたためである。このため補強したものでは引き抜き耐力の上昇は見られなかったが無補強のものとは異なり、最大荷重点後の荷重の低下は緩やかであった。またその荷重低下の傾向に関しても補強筋の絶対量の影響は見られなかった。

#### 5. まとめ

縁端距離の少ない場合の付着型アンカーボルトの耐力向上のために、定着板型アンカーの考え方を流用して補強筋を配置したところアンカーが付着破壊し耐力の増加にはつながらなかった。付着型アンカーの耐力の向上を得るためにはコーン破壊面の補強と同時にアンカーのまわりのコンクリート等の拘束により付着力の低下を抑えることが必要であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 小畑誠、井上道雄、後藤芳顕、構造工学論文集 Vol42A、(1996)
- 2) 前野裕文、後藤芳顕、小畑誠、松浦聖、土木学会論文報告集、No.441/I-18、(1992)
- 3) 首都高速道路公団、下部構造設計基準、(1992)

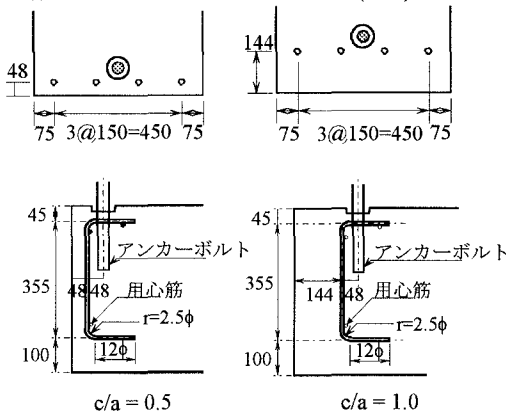
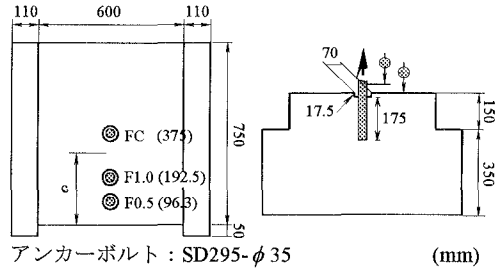


図4 補強筋の配置



アンカーボルト：SD295-φ35 (mm)

コンクリートの設計強度： $210\text{kgf/cm}^2$

図3 供試体の寸法

表1 供試体の種類

| 供試体名   | c/a   | 補強筋の種類 |
|--------|-------|--------|
| F05D10 | 0.5   | D10    |
| F10D10 | 1.0   | D10    |
| F05D13 | 0.5   | D13    |
| F10D13 | 1.0   | D13    |
| F05    | 0.5   | -      |
| F10    | 1.0   | -      |
| FC     | (1.9) | -      |

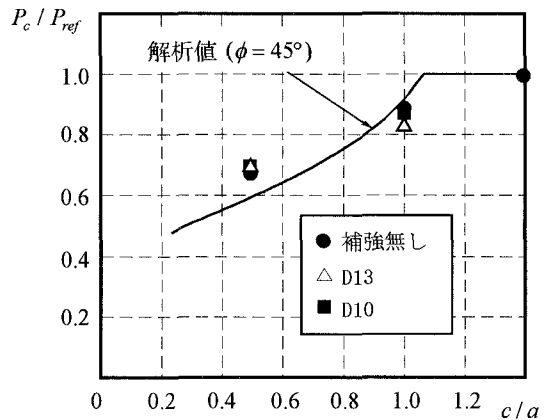


図5 実験結果