

I - 509

鋼製橋脚アンカー部の設計法に関する研究

首都高速道路公団 正員 藤井 泰一
 同 上 正員 平林 泰明
 同 上 正員 飯古 道則

1. はじめに

鋼製橋脚とコンクリートフーチングの組合せによる高架橋の場合、橋脚はその基部においてアンカーフレームによりフーチング内に固定される。フーチングがアンカーフレームを有する場合、フーチングはアンカーフレームの押抜き・引抜きせん断に対して安全であるようにその厚さ等を決定する必要がある、従来はフーチング内に台形状のせん断抵抗を考えてそのせん断応力度を許容値以下に収めるよう照査を行ってきた。都市内では周辺状況の制約により、しばしばアンカーフレーム端部からフーチング端部までの距離を小さくせざるを得ない場合がある。この場合、従来の設計方法においてはフーチング内に十分なせん断抵抗面を確保できないため、設計に困難をきたす場合も多く、その解決法の検討が急がれていた。また、鋼製橋脚アンカー部は、鋼構造からコンクリート構造への急変点であるとともに、その形状の複雑さからアンカー部の応力伝達機構、抵抗・破壊機構もよく知られていなかったのが現状である。以上のような背景から、鋼製橋脚アンカー部に関する模型載荷実験を行い、各ケースにおけるフーチング部の破壊機構を解析し、首都高速道路公団下部構造設計基準の改訂において、アンカーフレームを有するコンクリートフーチングの設計方法を変更した。本文は、アンカー部におけるフーチングの新しい設計方法について報告するものである。

2. 従来の設計法の問題点とその対策案

アンカーフレームを有するコンクリートフーチングの設計方法については、従来、図-1に示す通りアンカーフレームの下側プレートの端部から左右、上下(押抜きの場合下側、引抜きの場合上側)に 45° 拡げた台形部分を抵抗せん断面とし、アンカーボルト軸力を抵抗せん断面で除した値が許容せん断応力度以下となるように、フーチングの規模を決定することとしていた。既に報告されている実験結果¹⁾を基に従来基準との比較を行い、問題点を抽出すると次のようになる。①制約条件によりアンカーフレームからフーチング縁端までの距離が小さくなる場合、せん断抵抗面積が取れないためせん断抵抗力が小さくなり、設計上困難をきたす場合がある。②せん断抵抗面積が取れない場合、補強鉄筋によってせん断抵抗力を補わざるを得ないが、鉄筋による補強に関する規定がない。③従来基準と実験結果を比較すると、アンカーフレームからフーチング縁端までの距離が小さい場合(e/d が0.5程度以下)について過大設計になる傾向が強い。また、アンカーフレームの埋め込み深さと縁端距離がほぼ等しくなるケース($e/d=1$ 付近)では、実験値が設計許容値(地震時)に対する安全率が低い場合、より安全性を確保する必要があると考えられる。

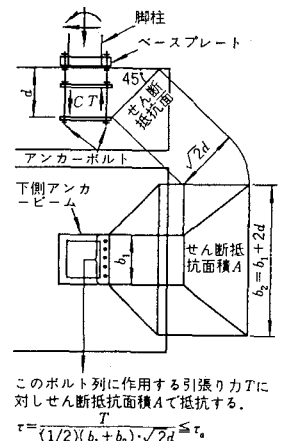


図-1 せん断抵抗面の
とり方

ここに e : アンカーフレームからフーチング縁端までの距離 d : アンカーフレームの埋め込み深さ

以上の問題点の対応策として、フーチングのせん断抵抗力の設計に対して新しい規定を設け、実験値との整合を図ることとした。その際、鉄筋による補強効果に関する規定も加えることとした。

3. 新しい設計手法の提案

新たな設計手法は、せん断抵抗面の取り方及び許容せん断力を変えて、実験結果に対して所要の安全率を確保出来るような設計方法としている。抵抗せん断面の取り方は、土木学会のコンクリート標準示方書及びACIの押し抜きせん断の照査に用いられている長方形のせん断抵抗面を考えている。これは長方形の仮定

せん断面とその周長の積をせん断抵抗面としているもので、従来に比べるとアンカーフレームの背面（縁端と反対側）の抵抗についても考慮しているため若干大きな面積となっている。これに対する許容せん断応力度は道示Ⅲ2.3.1に示される平均せん断応力度を採用している。図-2に仮定せん断面をまた図-3に周長の取り方を示す。仮定せん断面の周長 U は、次式により U_1 と U_2 の内、小さい方の値をとる。

仮定せん断面が図-3(a)の場合

$$U_1 = \alpha_1 \cdot u_1 + 2u_2 + \alpha_3 \cdot u_3$$

$$\text{ここに } u_1, u_3 = a + d$$

仮定せん断面が図-3(b)の場合

$$U_2 = \alpha_1 \cdot u_1 + u_2 + \alpha_3 \cdot u_3$$

$$u_1, u_3 = a + d / 2 + e$$

α_1, α_3 は、①辺の場合、

$$B_1/d \geq 1 \text{ ならば } b_1 = d/2, \alpha_1 = 1$$

$$B_1/d < 1 \text{ ならば } b_1 = B_1/2, \alpha_1 = B_1/d$$

③辺の場合、

$$B_3/d \geq 1 \text{ ならば } b_3 = d/2, \alpha_3 = 1$$

$$B_3/d < 1 \text{ ならば } b_3 = B_3/2, \alpha_3 = B_3/d$$

また、フーチングにテーパがある場合は、テーパの欠損部を考慮して抵抗せん断抵抗面を求める。

これにより設計を行った場合、従来基準の問題点をほとんど改善することが出来る。但し、 e/d が3を超えるものについては、従来の基準から改善されていないが、①首都高速道路においては e/d が3を超えるフーチングはほとんどないこと② e/d が3を超えるフーチングについては橋脚が大きいことからフーチングも大きく厚いものが多いため押抜きせん断でその厚さが決まりにくいこと等を考慮した場合、ほとんど問題がないものと考えている。

補強鉄筋を用いる場合の鉄筋量は、仮定せん断面内を有効としてアンカーフレームの最大押抜き力 C またはアンカーフレームの最大引抜き力 T が許容せん断抵抗力以下となるよう下式により算出する。

C または $T \leq R_s$ 。（ R_s ：許容せん断抵抗力）ここに $R_s = R_{cs} + R_{ss}$ （ R_{cs} ：せん断抵抗力のうちコンクリートの負担分、 R_{ss} ：同じく補強鉄筋の負担分で $R_{ss} = \sigma_{ss} \cdot A_s \cdot N_s$ 、 σ_{ss} 、 A_s 、 N_s ：補強鉄筋の許容引張応力度、1本当たりの断面積および有効本数）

4. おわりに

今回の基準改訂において、鋼製アンカー部のフーチングの設計方法を、より合理的な設計にするともに実務的にもより簡便に行えるよう変更した。しかしながら、側方の縁端距離が小さい場合等、まだ不明確な点もあり、今後の検討課題である。最後に、実験及び解析にあたり多大なる御協力を頂いた欄建設技術研究所の山登武志氏に紙面を借りて深謝の意を表する次第である。

<参考文献> 1)小坂、桜井、宇佐美：鋼橋脚アンカー部の耐力に関する実験研究、土木学会第41回年次学術講演会（昭和61年11月）

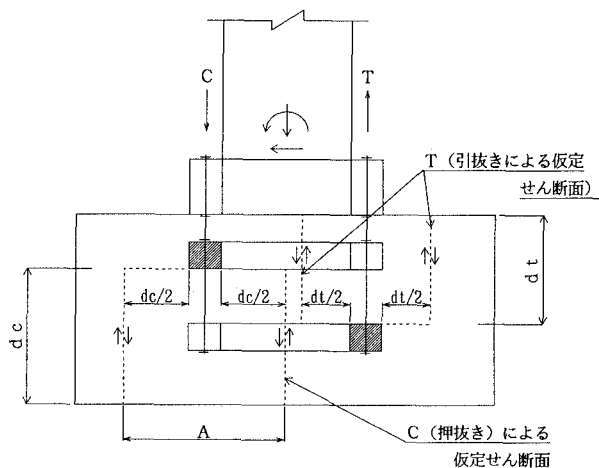
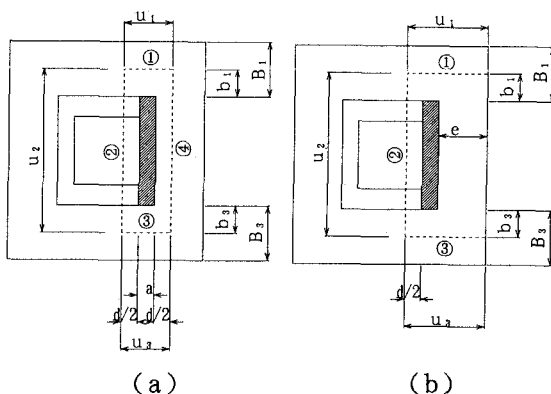


図-2 フーチング内部の仮定せん断面



(a) (b)

図-3 仮定せん断面の周長