

I-232

鋼橋脚アンカー部の耐力に関する実験研究

首都高速道路公団
同 上
同 上

正会員 ○小坂 寛 巳
正会員 桜井 順
正会員 宇佐見健太郎

1. はじめに 首都高速道路高架橋の鋼製脚柱は、アンカーフレームによって基礎のフーチングと結合されている。このアンカー部は橋脚柱基部の作用力をフーチング内部に伝達させ、コンクリートのせん断で抵抗させるものであるが、異種材料間の接合部であり構造も複雑であるため、他の構造物等からフーチング寸法に制約を受け、十分なせん断抵抗力が確保できない場合の適切な補強方法が確立されておらず、設計上問題となっている。本研究は模型載荷実験によってアンカー部コンクリートの破壊機構と、縁端距離の小さい場合の有効な補強方法について考察したものである。

2. 実験内容 実験はアンカー部の破壊が埋込みプレートの引抜きせん断破壊によるものと想定し、まず単純化したモデルとしてプレートの引抜き試験（タイプA）を行い、続いて実物の約1/5相当の相似モデルによる載荷実験（タイプB）を行った。¹ 表-1および図-1、図-2に実験供試体（タイプB）の概要を示す。載荷はフーチング中央の反力柱に取り付けた油圧ジャッキによって行い、フーチング上面から2m上方に水平力を片方向載荷した。本実験は、コンクリートの破壊状態の確認を第1目標とするため、アンカープレート、アンカーボルト、柱などの鋼材は実際に使用されているものとは無関係に所要の強度を有するものとしている。また、縁端距離、補強鉄筋等の変化が破壊性状や耐力に与える影響を明確に把握するため、アンカーフレーム寸法、プレート埋込み深さ等は全ケース一定としてある。

3. 実験結果及び考察 載荷によって、全ケースともフーチングコンクリートが破壊された。実験結果の概要を表-1に示す。表中の P_c , P_{max} は柱上部での水平載荷重の値であり、各回ごとにコンクリート強度が異なるため、圧縮強度の3乗根の比をとって補正してある。図-3、図-4及び図-5は、供試体諸元が同一で載荷方向のみ異なる〈B1〉と〈B12〉のひびわれ状況、破壊面形状及び荷重～変位曲線を示したものである。両者はこれから明らかに、耐力は比較的近いが、

縁端部の破壊機構は全く異なっており、従ってその補強方法も異なることが推察される。まず、〈B1〉のように引倒し載荷によって縁端側プレートに引抜き力が作用する場合は、無筋のケースではフーチング縁端面に2本のクラックが横方向に生じ、その間のブロックがせり出して破壊し、鉛直筋で補強したケースでは縁端面に無数のクラックを生じて破壊に至るが、ともに下側アンカープレートの引抜きせん

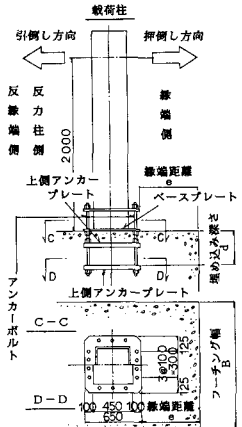


図-1 アンカー部の概要

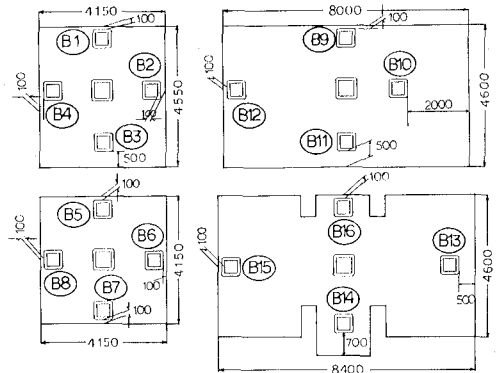


図-2 供試体配置

表-1 実験ケースと実験結果

実験番号	供試体	縁端距離 (mm)	フーチング幅 (mm)	補強鉄筋 鉛直 上面	要 要		実 験		結 果
					載荷方向	備 考	縁端面ひびわれ 荷重 P_c (t)	最大荷重 P_{max} (t)	
第一回	B 1	100	4.15	—	引倒し方向	基本ケース	15.0	25.6	縁端面コンクリートが前方に せり出して破壊
	B 2	100	4.55	—	側面アンカーボルト無し	側面アンカーボルト無し	13.0	19.0	
	B 3	500	4.15	—	柱に軸力導入 (50t)	柱に軸力導入 (50t)	25.0	29.1	
	B 4	100	4.55	—	側面アンカーボルト無し	側面アンカーボルト無し	21.0	33.7	
第二回	B 5	100	4.15	D13 etc100	—	側面アンカーボルト無し	18.0	40.8	縁端面に無数のひびわれが生 じて破壊
	B 6	100	4.15	D16 etc100	—	側面アンカーボルト無し	15.0	59.0	
	B 7	100	4.15	D13 etc100	—	側面アンカーボルト無し	18.0	49.0	
	B 8	100	4.15	D10 etc100	—	側面アンカーボルト無し	16.0	41.8	
第三回	B 9	100	8.00	D13 etc100	—	縁端距離が十分なケース	17.5	46.6	フーチング縁端面上面が円錐状に破壊 縁端面コンクリートが前方に せり出して破壊 縁端面コンクリートが折れ、反 縁端上面が円錐状に破壊 縁端面コンクリートが前方に せり出して破壊
	B 10	2000	4.60	—	—	縁端距離が十分なケース	—	50.0	
	B 11	500	8.00	D13 etc100	D13 etc100	—	34.0	58.2	
	B 12	100	4.60	—	押倒し方向	押倒し方向	—	22.3	
第四回	B 13	500	4.20	—	—	—	—	40.7	縁端面コンクリートが上にくれるようにして破壊 縁端面コンクリートが折れ、反 縁端上面が円錐状に破壊 縁端面コンクリートが前方に せり出して破壊
	B 14	700	1.85	—	引倒し方向	引倒し方向	—	36.3	
	B 15	100	4.20	D16 etc100	D10 etc100	押込み側にも鉛直補強筋あり	—	46.1	
	B 16	100	1.85	—	引倒し方向	引倒し方向	15.1	21.3	

断、アンカープレート全体が剛体的に傾くことによる水平方向の押抜きせん断と続く複合的な性状を示しており、反縁端側コンクリートの破壊はみられない。また、縁端距離と耐力は、図-6に示すようにおよそ線形関係にある。縁端部の鉛直補強鉄筋は、図-7に示すように耐力を増大させ、その増加量は鉄筋量に比例している。よって、耐力はコンクリートと有効鉄筋の耐力の累加によると思われる。縁端補強筋のひずみ分布は、アンカー中央部ほど大きくなっており、各ケースとも極限耐力時にアンカー部付近の鉄筋は降伏ひずみを上まわっている。上面鉄筋は鉛直筋と異なり、〈B 7〉と〈B 9〉の耐力比較からも有効であるとはいえない。フーチング幅の影響についてみると、〈B 1〉の幅を小さくしたケース〈B 16〉では耐力が低下しているが、図-6での〈B 3〉、〈B 10〉と〈B 14〉の比較ではむしろ幅の小さい〈B 14〉が大きな耐力を示しており、比較ケース数が少ないため明らかではないが、コンクリートの有効な抵抗力はアンカープレート近傍の狭い範囲で発揮されと考えられる。一方、〈B 12〉のように反縁端側プレートに引抜き力が作用する場合には、引倒しの場合と異なった破壊機構を示す。まず、縁端面コンクリートに引倒しの場合のようなひびわれは生じず、フーチング上面引抜き側のクラックが急激に増大すると同時に耐力を失い、図-5にみられるように、最大荷重以後の耐力の減少が著しい脆性的な破壊を示す。縁端距離の増大による耐力の上昇は、引倒しの場合に比べ顕著である。鉛直補強鉄筋は、縁端側は圧縮力が生じ、引抜き側（反縁端側）は有効に作用するが、その測定値から判断される有効度は引倒しの場合に比べて小さくなっている。逆に上面水平筋は補強効果を発揮しており、押倒しの場合には、鉛直・水平補強筋が共同して働くことを示している。このことから、鉛直筋の補強効果低下の原因は、供試体の水平方向の変形と関係があると考えられる。以上、押倒しの破壊性状は引抜き側のせん断破壊だけでなく、水平力に抵抗する圧縮側コンクリートが縁端距離が小さいことによってアンカープレート埋込み部付近で折れるように破壊し、急激に変位が増大することによるものである。現在、この種のアンカー部耐力の推定は、引抜きプレート側のせん断だけに着目して行われている。しかし、引抜き側縁端距離がともに十分で、反引抜き側のそれが異なる〈B 10〉と〈B 12〉の耐力の差から判断されるように、反引抜き側縁端距離を考慮した耐力の低減傾向を捉える必要があり、さらに今後検討を要する課題であると思われる。

4. まとめ 以上のように、本実験によってフーチングの破壊機構、縁端距離の影響及び荷重作用方向によるそれらの相違等についてある程度明らかにすることができ、鉄筋による効果的な補強方法の検討についての有効なデータを得ることができた。また、今回は報告できなかったが、アンカープレートの変形状態など他の項目についても多くの測定結果を得た。しかしながら、フーチング幅や反引抜き側縁端距離の影響など、これまでの実験結果からは一概に判断しえない問題もあり、今後の研究課題として残されている。最後に、本実験の遂行にあたりご尽力いただいた(株)建設技術研究所の五十嵐功氏、山登武志氏、大丸隆氏に深謝の意を表します。

〈参考文献〉

- 1) 秋元、宮内、桜井：フーチングにおける鋼橋脚アンカー部の破壊機構と補強方法、橋梁と基礎、1985.10

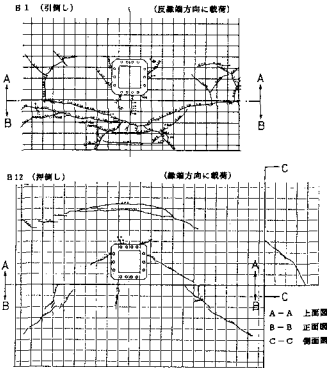


図-3 ひびわれ図

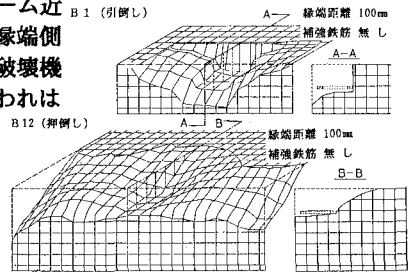


図-4 破壊状況図

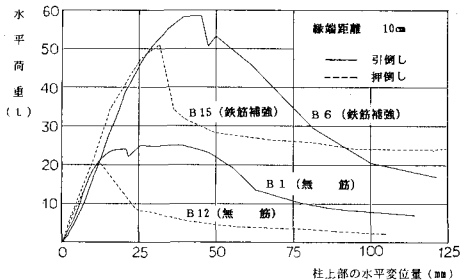


図-5 荷重～変位曲線

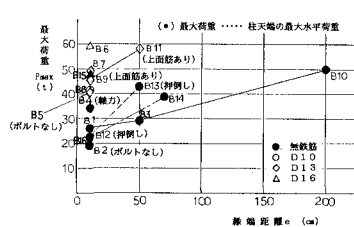


図-6 最大荷重～縁端距離

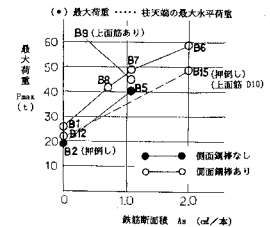


図-7 最大荷重～鉄筋断面積