

VI-84 橋梁工事の型枠支保工に用いるブラケットについての研究

その3 ブラケットの強度等について

労働省産業安全研究所 正会員 河尻義正
同 正会員 小川勝教
同 正会員 大嶋勝利
社団法人仮設工業会 正会員 一木 岳

1. はじめに

前2報で報告したアンカーボルトを用いたブラケットの一例について載荷試験を行い、その強度、各部の作用力等を検討した。

2. 実験方法

供試体は、無筋のコンクリートブロックにアンカー（Bタイプ、長さ300mm）を埋め込み、これに高力ボルトによりブラケットを取りつけたもので、図1にその仕様を示す。供試体への載荷は前報と同様の方法によった。加力位置は一部を除きコンクリート面から25cmに線荷重とし、荷重速度は約12t/分とした。その他の条件は表1の通りとした。またボルトの締め付けトルク500 kgcmは使用の実状を、3000kgcmはアンカーの許容引張力を考慮した値でありそれぞれボルト軸力1t、7tに相当する。測定は、ブラケットの変位、ボルトの軸力、アンカー部分の鉄筋の応力、ブラケット各部の応力、コンクリート面の平滑度などについて、前2報に準じて行なった。

3. 実験結果

（1）破壊状況、最大荷重 加力により破壊に至る過程はほぼ共通しており、荷重70～100 tで最上段のボルトからブロックに放射状にひびわれが発生し、それが荷重の増加とともに発展し最後にブロック上部が破壊した（写真1）。

破壊状況は引抜き試験に似ており、主に最上段のボルトの引抜き力により破壊したものと推定される。一方ブラケットは大部分異常は認められなかったが、No.1ではブロックの破壊とほとんど同時にウェブが座屈した。最大荷重は表1に示すようにHが大きい方が多少大きい、締め付けトルクにはあまり関係しないようである。

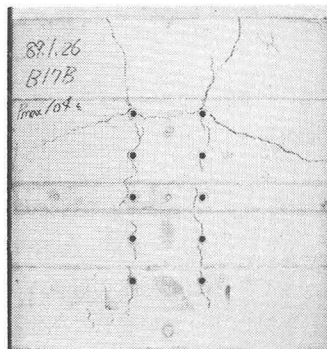
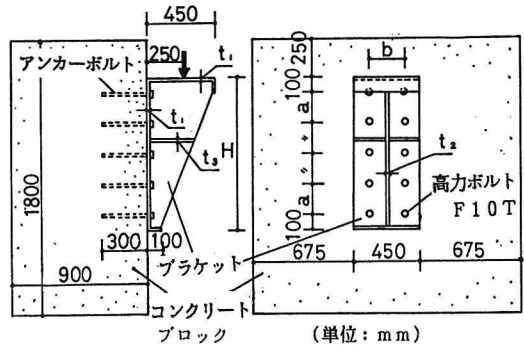


写真1 コンクリートブロックの破壊状況 (No.7)



コンクリート
アンカー
ボルト
の材料・品質
はその1に同じ

タイプ	a	b	H	t ₁	t ₂	t ₃	アンカー本数
A	200	250	1000	19	16	12	10
B	"	"	"	28	19	16	"
C	"	200	"	19	16	12	"
D	150	250	800	"	"	"	"
E	"	200	"	"	"	"	"
F	200	250	1200	"	"	"	12

図1 供試体

表1 実験条件と結果

実験No.	タイプ	締め付けトルク (kg・cm)	加力パターン (ton)	クラック発生荷重 (ton)	最大荷重 (ton)
1	A	500	30 50 破壊	*	126
2	B	"	30 破壊	100	116
3	"	"		90	131
4	A	3000		70	128
5	C	500	破壊	*	110
6	D	"		90	105
7	"	"		70	104
8	E	"		*	110
9	F	"	50	* 確認不能	
10	"	"	10 70 70		
11	C	3000	50 50 90		
12	A	500	50 20 12.5	**	
13	C	"	50 40 40	**	

** 加力位置移動

1 サイクル コンクリート面から10 cm
2 サイクル 25 cm
3 サイクル 40 cm

(2) ボルト軸力

図2は荷重毎のボルト軸力分布であるが、軸力は荷重の増加にほぼ比例して増加し、最上段が20t前後でブロックが破壊する。また上段ほど大きい引張力が作用し下段いくにしたがい急激に減少する。また軸力が引張から圧縮に転ずる点は荷重の増加に伴い多少下方に移動する。分布の形状はコンクリート面の凹凸やボルトのトルクによりかなり異なるが、ブラケットの寸法・板厚による相違は少ない。

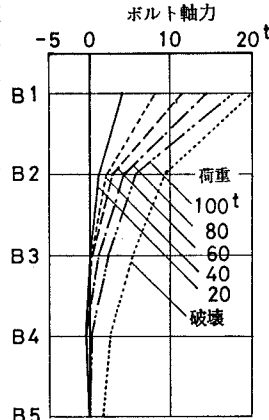


図2 ボルト軸力の分布 (No.1)

(3) アンカー応力 図3は荷重-アンカーの応力度曲線の一例である。アンカーにはブラケットに働くせん断力による曲げモーメントと曲げモーメントによる軸力が作用するため、一般には上段では下側（圧縮側）に比べ上側（引張側）が大きく、下段では逆に下側で大きい。全般的に過大な応力度が生じており、図4は測点1の応力度が降伏点に達するときの荷重をみたものであるが、かなり小さい荷重で降伏点を超えるものがある。アンカーによりバラツキが大きいのは、これはボルト穴の不整により剪断力の分担が不均等になったことによるとと思われる。

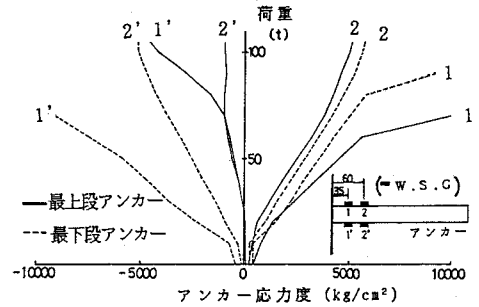


図3 荷重とアンカー応力度 (No.6)

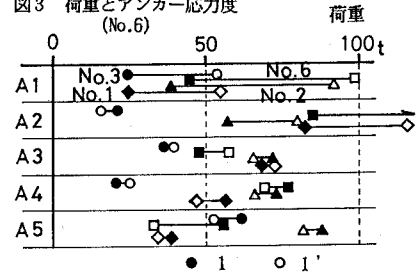


図4 アンカーの応力度が降伏点に達する荷重値

4. 考察

(1) ボルトの設計軸力 ボルトの引張力、コンクリートの圧縮力について、A、Cタイプのブラケットの計算値と実測値を図5に示す。計算値1は鉄筋コンクリート梁の設計に準ずる従来の考え方によるもの、計算値2はブラケットを図6のように変断面の弾性支持連続梁と考えて試算したものであるが、ボルトの引張力に関しては後者の方が実測値によく一致することがわかった。

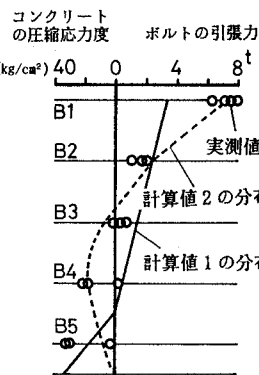


図5 ボルト軸力の計算値と実測値 (A, Cタイプ、P=40t、e=25cm)

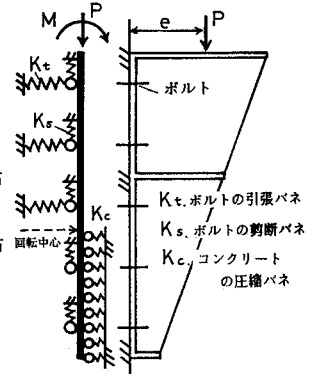


図6 ブラケットの計算モデル

(2) ブラケットの許容荷重 ボルト1本当り剪断力6~8t、引張力12~18tでクラックが生じることから、一応の目安としてこれらの値に対し1.5程度の安全率を見込んで定める必要がある。今回のA供試体の場合40t前後となる。この場合破壊に対する安全率は約3となる。しかし今回のようにボルト穴のクリアランスが大きい場合、実験結果にみられるように特定のアンカーに剪断力が集中し、低い荷重でコンクリートの支圧破壊によるひびわれが生ずることが考えられる。もしこのようなひびわれに対しても安全をみるのであれば許容荷重はかなり小さくせざるを得なくなる。これに対処するにはアンカー、ボルト穴の精度及びボルトの締め付けトルクの管理など施工面での対策を併行する必要がある。

以上、アンカー方式のブラケットの一例について、限られた条件のもとに一連の実験を行い一応の結果を得た。目下、解析を続行するとともに有筋コンクリートの場合についての追加実験を計画している。

謝辞 本研究は、労働省産業安全研究所と社団法人仮設工業会との共同研究として行なわれたものである。また、末筆ながら実験全体を通して多大な御協力を頂いた住金鋼材KKの吉田信二、日建リース工業KKの本川宏昭、日本ビティリースKKの上野俊一の各氏に謝意を表します。