

I-258 組合わせ荷重を受けるスタッドアンカー

大阪大学工学部 正 員 大谷恭弘
JR東海 正 員 ○馬場真吾
大阪大学工学部 正 員 福本湧士

1. まえがき 鋼とコンクリートからなる複合構造物の材料接合部における接合材として、今日スタッドアンカーが広く用いられている。従来からせん断ずれ止めとして用いられてきた頭付きスタッドは、近年ではせん断力のみならず、引張力とせん断力が同時に作用する組合わせ荷重下にある接合部にも多く使用されてきている。

しかし、わが国では組み合わせ荷重が作用するスタッドアンカーに対する設計法はなく、せん断荷重が作用する場合に対して存在するのみである。静的組み合わせ荷重に対する既往の研究は、アメリカ¹⁾およびドイツ²⁾で行われており耐荷力算定式が提案されている。これらは引張力とせん断力の比を一定とした静的比例載荷の実験結果に基づくものである。しかし実際の荷重は必ずしも比例的に作用するわけではない。スタッドアンカーの耐荷力や力学的性状が載荷経路・履歴にどの程度影響を受けるかは、接合部の力学挙動の評価や設計を行う上で重要と考えられる。

本研究では、組み合わせ荷重を受けるスタッドアンカーについて、特に載荷経路・順序を変化させた場合、それらの耐荷力あるいは破壊性状に及ぼす影響について調べた。

2. 実験方法 供試体および載荷装置の概略を図-1に示す。供試体は、鋼板(板厚=12mm)を溶接することにより得られた治具にスタッドを溶接し、このまわりに150cm×70cm×30cmのコンクリートを打設することにより製作したものである。供試体には全て軸径13mm、全高8cmのスタッドを用いた。治具にワイヤーロープ(φ24mm)を取り付け、これに連結したPC鋼棒をセンターホールジャッキで引くことにより、スタッドに引張力、せん断力を各々独立に作用させた。載荷時に引張荷重、せん断荷重を同時モニターすることにより載荷経路の制御を行った。

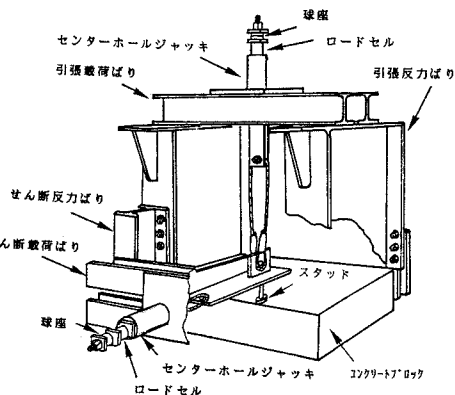


図-1 供試体および載荷装置

実験は基本的に次の3種類の載荷を1セットとした。す

表-1 実験シリーズおよび実験結果

目標荷重比α (引張力/せん断力)	試験体	載荷経路	破壊荷重(tonf)		破壊形式	コンクリート強度 (kgf/cm ²)
			せん断	引張		
0.5	1	比例	4.58	2.12	スタッド破断	394
	2	引張→せん断	4.40	2.50	スタッド破断	312
0.58	3	せん断→引張	4.39	3.15	スタッド破断	312
	4	比例	3.51	4.95	スタッド破断	394
2.0	5	比例	1.58	3.35	溶接部破壊	232
	6	比例	1.93	3.85	コンクリート破壊	232
	7	引張→せん断	2.27	3.85	コンクリート破壊	232
	8	せん断→引張	1.95	4.00	コンクリート破壊	232
5.0	9	比例	1.35	6.46	コンクリート破壊	394
	10	引張→せん断	0	5.95	コンクリート破壊	394
	11	せん断→引張	1.30	6.15	コンクリート破壊	394

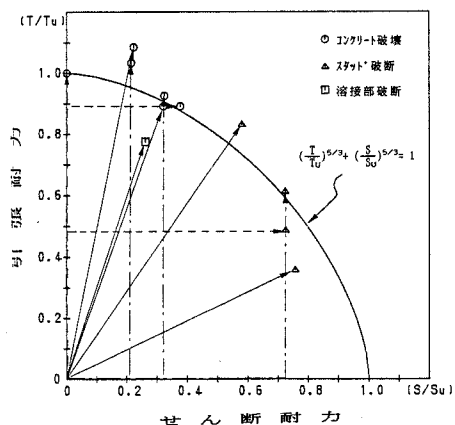


図-2 載荷経路および破壊荷重

なわち、①与えられた荷重比 α (=引張荷重/せん断荷重)に対し比例載荷により破壊荷重(T 、 S)に至らずもの、②比例載荷時の破壊せん断荷重 S を最初に載荷し、その後一定せん断力 S のもとで引張載荷により破壊に至らずもの、③比例載荷時の破壊引張荷重 T を最初に載荷し、その後一定引張力 T のもとでせん断載荷により破壊に至らずもの、の3種類である。比例載荷に対する荷重比 α は、0.5、0.58、1.5、2.0、5.0の5セットとした。

3. 実験結果 表-1に各供試体における載荷経路、破壊荷重、破壊形式およびコンクリートの円柱供試体(100×200)28日圧縮強度を示す。破壊は荷重比 α が0.5、0.58、1.5の場合にはスタッドが破断し、 $\alpha=2.0$ および5.0の場合にはコンクリート破壊であった。ただし、No.5は溶接不良のためスタッド溶接部が破断した。

図-2に載荷経路および耐力を示す。ここでは、コンクリート強度の異なる実験値を同時に評価するため、耐力は引張力のみを作用させた場合の耐力 T_u およびせん断力のみを作用させた場合の耐力 S_u により無次元化している。図には比較のため文献1)でコンクリート破壊に対して示されている耐力力相関曲線；

$$(T/T_u)^{5/3} + (S/S_u)^{5/3} = 1$$

を合わせて示す。実験値は多少ばらついてはいるが、載荷順序の違いによる耐力力への明瞭な影響は見られなかった。

コンクリート破壊の破壊形状を図-3に示す。比例載荷の場合(No.9)に比べ、せん断力一定のもとで引張載荷を行なった場合(No.11)は、スタッド後方の破壊が広範囲にわたる傾向がみられた。また、荷重比 $\alpha=5.0$ の場合(No.9)に比べ、せん断力の割合が大きい荷重比 $\alpha=2.0$ とした場合(No.6)には、せん断によるスタッド前方のコンクリート破壊が広範囲におよぶ傾向がみられた。

4. 解析的検討 異なった載荷順序におけるコンクリート内部の破壊進展を定性的にとらえるため、2次元問題にモデル化したアンカーについてF E解析を行った。材料モデルにはクラックに対し要素サイズを考慮したsmeared モデルを用いた。図-4に、(a)比例載荷、(b)せん断→引張、(c)引張→せん断に対する内部クラック進展状況を示す。いずれもアンカー基部に強制変位を与えて解析を行ったものであり、(a)、(b)、(c)の載荷順序は異なるが同一の強制変位に対応するものである。図より基部の変位状態が同じであっても載荷順序により内部の破壊状態が異なることが予想される。

5. まとめ せん断力と引張力の組合せ荷重を受けるスタッドアンカーに対する実験を載荷経路、載荷順序を変化させて行い、破壊性状の観察、耐力力の測定を行なった。その結果、本実験の範囲においては載荷順序は耐力力にはほとんど影響を及ぼさない傾向が見られた。このことは載荷順序によらず同一の破壊曲線による耐力力の評価が可能であることを示している。一方、コンクリートの破壊形状に対しては載荷順序の影響がみられ、解析的にもその傾向がみられた。なお、以上の結果にはさらに検証が必要であると考えられる。

参考文献

- 1)McMackin,P.J.et.al.:Headed Steel Anchors under Combined Loading,AISC,Engrg.J.,pp.43-52,1973.
- 2)Bode,H.and Roik,K.:Headed Studs-Embedded in Concrete and Loaded in Tension,Paper Presented at the PCI Annual Convention,LOS Angels,1983.

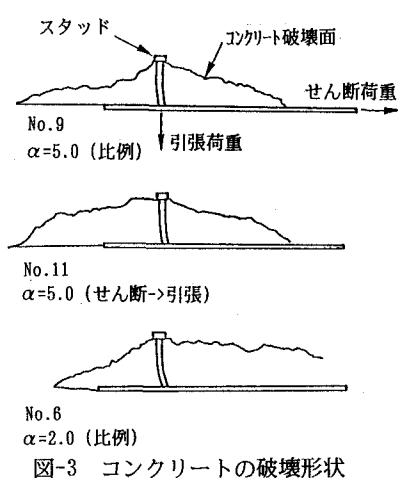


図-3 コンクリートの破壊形状

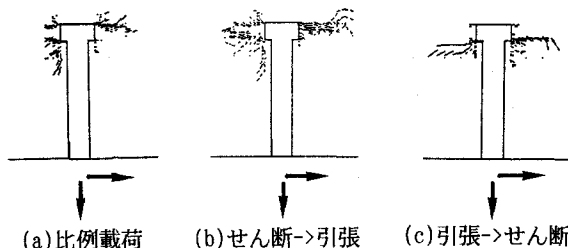


図-4 内部クラックのF E解析