

東洋技研コンサルタント 正 員 島田 功 摂南大学工学部 正 員 平城弘一
摂南大学工学部 学生員 梅井康寛 摂南大学工学部 学生員 平井慎一郎

1. まえがき 頭付きスタッドは、鋼・コンクリート合成構造のずれ止めとして広く用いられている。従来のスタッドに関する研究はほとんどが実験的なものであり、スタッドの耐荷力、ずれ性状および疲労強度などのような耐荷力と挙動特性を巨視的な形で把握するに過ぎないものであった。しかしながら、近年ではコンピュータの進歩により解析手法が発達し、これまで説明が不可能とされていた事柄までもが微視的な観点に立って明らかにされようとしている。そこで、本研究では、コンクリートに埋込まれたスタッドにせん断力が作用した場合について、FEMプログラムを開発し、スタッド周辺部の力学挙動を知るために三次元応力解析を行った。

2. 解析手法 図-1は、解析用モデルの要素分割を示したものである。このモデルは鋼板に溶接されたスタッドがコンクリートに埋め込まれている状態を想定したもので、その形状寸法は過去の押抜き供試体に近似させている。なお、スタッドおよびコンクリートの断面・高さ方向の分割数は、種々変化させた解析値の収束性から判断して決定したものである¹⁾。解析は鋼板の一端に強制変位を与えて行い、コンクリート側の拘束条件は押抜き試験に近いものとした。本解析プログラムは、スタッドとその周囲のコンクリートの間に生じる剥離とすべりが考慮でき、さらにコンクリートにはひびわれと圧壊も考慮できる。この材料間の剥離・すべり、およびコンクリートのひびわれ・圧壊に関しては、図-2,3のような降伏モデルを用いて、スタッド直径19mm (高さ:100mm) について解析を行った。図中の τ_0 , ϕ は既往の研究^{2), 3)}で得られたものを使用した。表-1に物理定数および材料定数を示す。

表-1 材料定数

	鋼	コンクリート
ヤング係数 $E(\text{kgf/cm}^2)$	2.1×10^6	2.7×10^5
ポアソン比 ν	0.3	0.167
せん断弾性係数 $G=E/(2(1+\nu))(\text{kgf/cm}^2)$		

3. 解析結果と考察

図-4は、解析結果から得られた荷重とずれの関係を示したものである。同図には押抜き試験結果も直接比較するために併記されている。また参考のために、道示の許容せん断力(Q_a)も記されている。この図より明らかなように本解析値(直径19mmスタッド)のずれは、許容せん断力レベルまで、図-2 スタッドとコンクリートのすべり・剥離関係

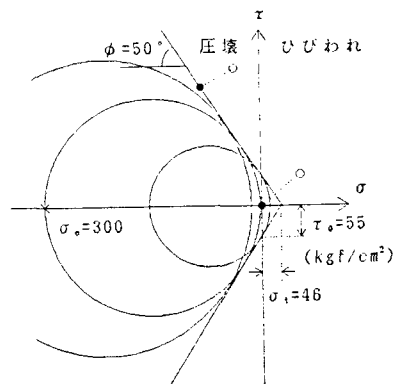
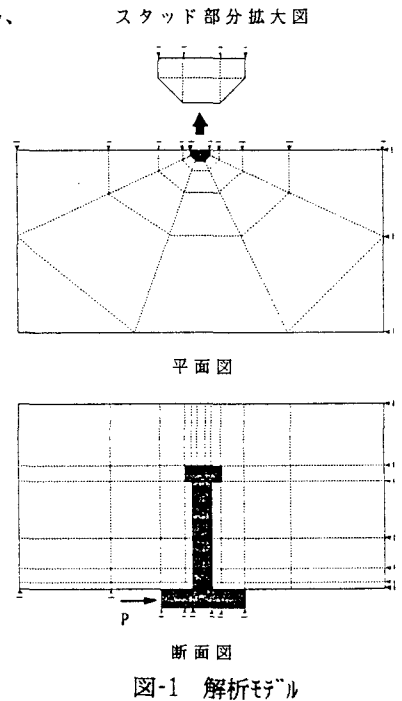
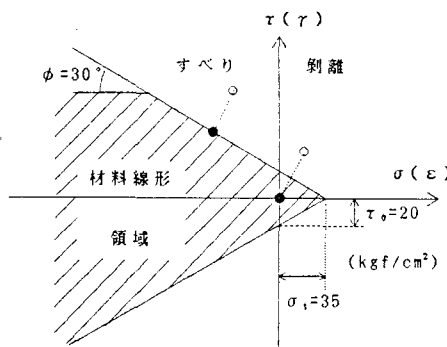


図-3 コンクリートの降伏条件

実測値⁴⁾より若干大きい値を示しているが、傾向的にはほぼ近似しているものと言える。

図-5は、荷重増分におけるスタッドとコンクリートの接合面およびスタッド周辺のコンクリートの非線形挙動の進展を示したものである。ここで、ずれ量(δ)はスタッド根元部中心の変位を示している。これらの図から、まず剥離がスタッド支圧側背面に起こり、その後、すべりが同じくその側面に生じ、さらにひび割れも側面に発生し、やがてスタッド支圧面のコンクリートが圧壊していく様子が分かる。それ以後は、これらの非線形挙動がスタッドの高さ方向に進展していった。

図-6(a), (b), (c)は、スタッドの支圧側前面・背面における応力分布(σ_z)とコンクリートのスタッド前面における応力分布(σ_x)を示したものである。これらの図より、(a)(b)では、応力がスタッド根元部に集中し、ほぼ直径に等しい高さで応力の変曲点が存在していること、また(c)では応力がスタッド根元部に集中していることが分かる。

図-7(a), (b)は、スタッド根元部における次の3つの応力を平面的に示したものである：①スタッド側面中心のコンクリートのY軸方向に関する応力分布(σ_x)、②スタッド前面のY軸方向に関する応力分布(σ_x)、③スタッド前面のコンクリートのX軸方向に関する応力分布(σ_y)。これらの図から、コンクリートの応力はスタッド周辺に集中していることが分かる。

[参考文献] 1) 島田他：関西支部年講，1994.
2) 川鉄研究資料，1981. 3) 摂大構造工学研究室資料，1994. 4) 平城：大阪大学学位論文，1990.

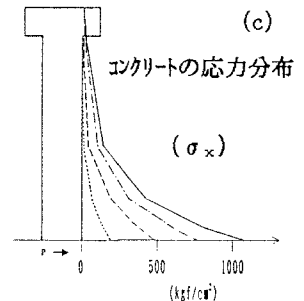
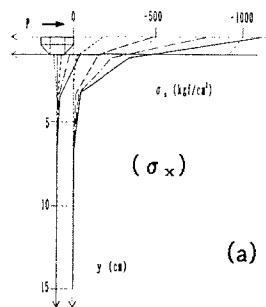
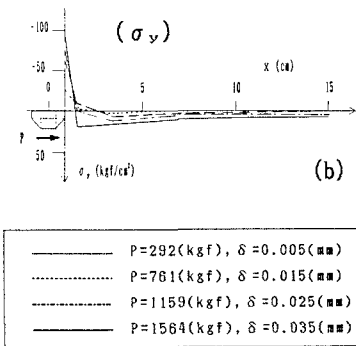


図-7 根元部周辺のコンクリートの応力分布

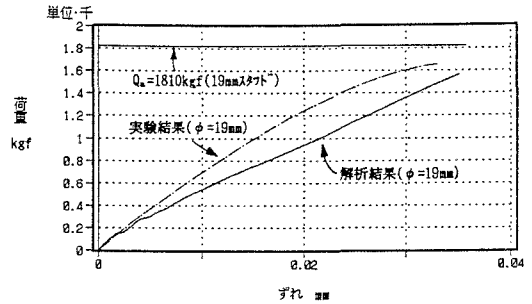


図-4 荷重-ずれ曲線 (実験値・解析結果)

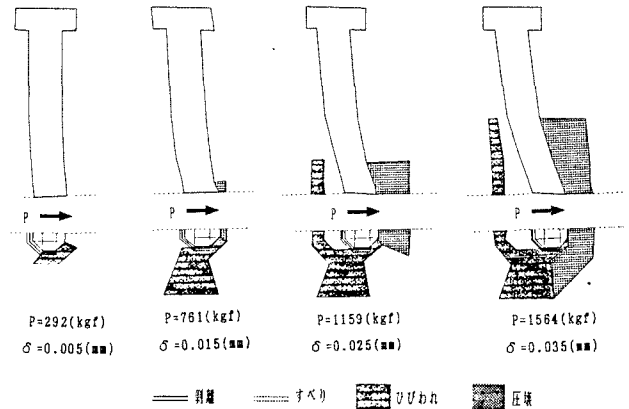


図-5 非線形状態およびずれ変形の進展図

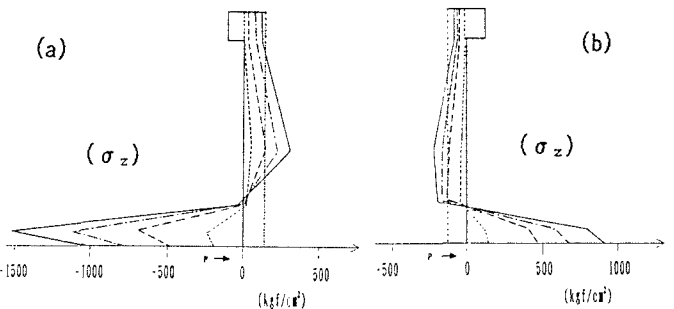


図-6 スタッドの応力分布