

大成建設	正員	大友 健
埼玉大学	正員	田島 二郎
埼玉大学	正員	町田 篤彦

1. まえがき

混合構造において、異種部材相互の各種接合工法のうち、スタッドシアコネクタによる接合は一つの有力な工法である。スタッドに関しては、従来より数多くの研究が積み重ねられているが、これらは合成桁に用いる場合の耐力を明らかにしようとするものが主であって、混合構造に用いる場合には、なお十分な検討が必要とされている。本研究は、混合構造における異種部材の接合にスタッドを用いる場合の接合部の変形状態および耐荷性状の解析に資することを目的として、合成桁とは異なる使用状態にあるスタッドの変形・強度特性を解明しようとしたものである。

2. 実験および解析の概要

図1に示す供試体を用いて単純せん断試験を行い、せん断力—ずれ曲線を求めるとともに、スタッドに貼付した歪ゲージにより、スタッド自体の応力状態を測定した。実験の結果、混合構造における接合部の解析には、合成桁に用いられる場合に重要となるコンクリート強度およびスタッドの寸法その他、スタッド根元部が上方、頭部が下方にある場合の根元部に生ずる打設欠陥、スタッドが水平方向にある場合のスタッド支圧面に生ずるブリージングなどを考慮することが必須であることが判明した。

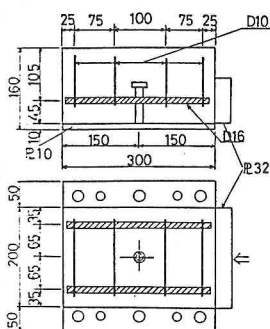


図1

スタッドの解析にあたっては、打設欠陥その他が生じない場合、すなわち、合成桁と同様の使用状態にある場合（以下、標準状態という）を標準とし、これをつぎのようにモデル化した。スタッドは、コンクリート中においてせん断力を受けるとき図2のように変形する。そこで、根元部を回転が拘束されたローラー支持、頭部を完全固定の梁として、軸方向に n コの節点を設け（図3）、塑性大変形理論を用いるとともにせん断変形も考慮して解析した。スタッドの材料特性は、硬化型ポリニヤを用いた。コンクリート反力は、これを各節点に作用する集中荷重として取扱い、バネ特性を図4のように仮定した。図4は、初期剛性をウインクラーモデルによって定め、最大荷重を、Howkins が提案した一軸状態下のコンクリートの支圧強度を5倍にして三軸状態に対応させて、この間を2次曲線で結んだものである。打設欠陥その他は、このバネ特性を実際に合わせて変化させることによって取扱った。



図2

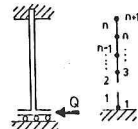
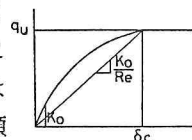


図3

3. 標準状態にあるスタッドの変形・強度特性

図5は、実験および解析による荷重—ずれ曲線の一例を示したものである。この図より、実験値と解析値はよい一致を示し、上記の解析方法は標準状態にあるスタッドの挙動をよく表現していることが認められる。図6は同じく、スタッドのひずみ性状を示したもので、これも、図5と同様、解析がスタッドの挙動をよく表現していることを示している。図6によれば、また、スタッド根元部の外縁、根元部の全断面、中央部の外縁、中央部の全断面の順で降伏して破壊に至ることがわかる。この降伏の進行は、荷重—ずれ曲線では、根元部外縁の降伏が弾性限、根元部全断面および中央部外縁の降伏がずれ急増時、中央部全断面降伏がずれ急増後の一定上昇時に、夫々対応している（図5参照）。このことは、荷重—ずれ特性



Concrete Reaction Curve

図4

がスタッドの歪状態により大きく支配されることを示すものであり、根元部全断面が降伏し中央部の降伏が開始する荷重がずれの限界荷重であると言える。

実験では、すべての供試体がスタッドが根元で破断して耐荷力を失った。しかし、この破壊モードでも、最大荷重は、従来のコンクリートが圧壊するモードに対するコンクリート強度、スタッドの径、高さまたはコンクリート強度、ヤング率、スタッド断面積による強度式で評価出来た。これは、スタッドが破壊するモードでも、これらのパラメータが強度に強い影響を及ぼしていることを示すものである。

4. スタッドの変形・強度特性に及ぼすコンクリートの打設方向の影響

図7は、スタッドが下向きで根元部に打設欠陥が生じた場合の荷重—ずれ曲線の一例である。このように、打設欠陥があるとその程度に応じ、初期剛性、最大荷重ともに、顕著に減少する。試

験後の供試体をスタッドに沿って切断した結果、この原因は、根元部のコンクリートが欠陥の厚さの大約 2.5 倍の範囲で著しく損傷するためであることが判明した。それで、コンクリートの反力分布を図8のように仮定し、 $h_e = 2.5 h_s$ として解析を行った。この結果、解析は実験値と良く一致し（図7参照）、打設欠陥がある場合の解析に、コンクリート反力を上記のように取扱うことは妥当であることが認め

られた。図9は、スタッドの支圧面にブリージングが生じた場合の荷重—ずれ曲線の一例である。このように、支圧面にブリージングが生じている場合、载荷の初期に特徴的なずれが生ずる。しかし、その後の挙動は標準状態の場合にほぼ等しく、最大荷重もほとんど変化しなかった。コンクリート反力を図10のように仮定してこの状態の解析を行った結果、図9に示す荷重—ずれ曲線が得られた。図9の実験値では、スタッドを溶植した鋼板とコンクリートの間の付着力の影響によ

て、ずれが生じない状態である程度の荷重増加が生じていることが認められるが、この点を除き、図10の γ を適当な値とすれば、ブリージングが生じた場合のずれ挙動は、図10の反力を仮定することによって表現し得ることが認められたのである。問題は γ の値であるが、これには前述の h_e 程の根拠がなく、なお検討が必要であると考えられる。なお、斜張橋のタワーを多数のスタッドによって基礎に固定することを模した供試体の挙動解析をこの方法で行った結果、実験値と良い一致が認められ、この方法の有効性が確かめられた。

5. むすび

スタッドシャコネクターを用いて混合構造の部材相互を接合する場合の接合部の性状を解析するのに資することを目的として実験および解析を行った結果、コンクリート中のスタッドの変形・強度特性が明らかにされるとともに、スタッドの荷重—ずれ曲線を求める適切な解析法が開発され、解析に考慮すべき打設欠陥やブリージングの取扱い方法も概ね明らかにされた。

なお、この研究は、58年度科学研究費（課題番号58025006）によったことを付記する。

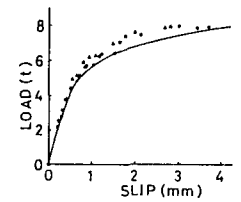


図5

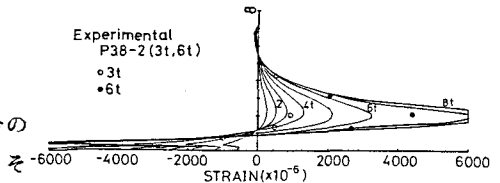


図6

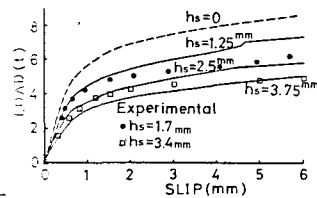


図7

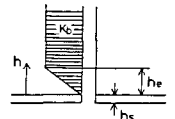


図8

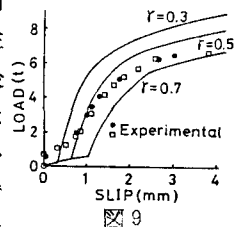


図9

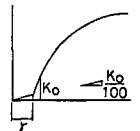


図10