

I-269

コンクリート充填鋼管柱の付着強度

(株) ハマテック (元鉄道総研) 正員 野戸 崇治
 (財) 鉄道総合技術研究所 正員 阪本 謙二
 (株) サクラダ 正員 山中 和明

1. まえがき

鋼管にコンクリートを充填したコンクリート充填鋼管柱において、鋼とコンクリートの合成効果はそれらの付着力によって保証されると考えられる。付着強度は多くの実験研究によれば、押し抜き試験で2～30 kg/cm²の範囲にあり2～5 kg/cm²が多い。これは付着応力が鋼管やコンクリートの表面の状態や荷重の載荷状態などの微妙な違いに大きく左右されるためと考えられる。実際の構造物では仕口部分など押し抜き試験とは異なった荷重状態の部分が存在する。今回の実験は仕口部分を含んだ試験体の付着応力を測定して、設計計算に用いる付着強度を決定するための資料を得ることを目的としている。

2. 試験の方法と試験体

付着力は直接測定することができないため、試験体に付着応力を発生させその応力により発生した鋼管とコンクリートの歪から付着力を測定した。試験体はA・B2体作成した。鋼管はSTK41、外径216mm、管厚8.2mm。コンクリートは普通ポルトランドセメント使用、 $\sigma_{ccs}=52.8$ kg/cm²である。いずれも柱中間部に厚さ12mmのリブ8枚と厚さ22mmの載荷用フランジ2枚を溶接してコンクリートを充填した。荷重は厚さ50mmの鋼板を円形にくり抜いた載荷板からフランジ全面に均等に載荷しており、Aはコンクリートと鋼管でBはコンクリートのみで反力を受けた。図1に試験体の形状と歪測定ゲージの取り付け位置を示す。

3. 結果と考察

フランジからの荷重を鋼管とコンクリートで受けた試験体Aは、見た目には変化なくロードセルの最大荷重である100tまで載荷できた。荷重をコンクリートのみで受けた試験体Bでは79tでコンクリートと鋼管の間の付着が完全に破壊し、反力が一度低下した後再び増加し最終的には100tまで載荷できた。

図2・3に荷重50tまでの各断面の鋼管の歪の変化を示す。試験体BはAに比べて断面1～3、6～7の区間での歪変化が大きい。試験体A・Bとも断面8～11の範囲は引張応力が発生している。断面間の差は発生した付着応力により鋼からコンクリートに荷重が伝わる大きさに差があるためと考えられ、差が大きいほどその区間において伝わる荷重が大きいことを表している。

コンクリートに発生する応力は圧縮のみで試験体A・Bとも断面1が最大で次第に減少して断面11でほぼ0となる三角形分布をしている。

断面間の歪差が付着力によって生じているとすると、断面A・B間の平均付着力 τ_{ab} は次式で表される。

$$\tau_{ab} = (\epsilon_a - \epsilon_b) \cdot E \cdot a_1 / a_2$$

ϵ_a, ϵ_b : 断面a, bの歪

E: 弾性係数

a_1 : 鋼管またはコンクリートの断面積

a_2 : 断面A・B間の鋼管とコンクリートの接触面積

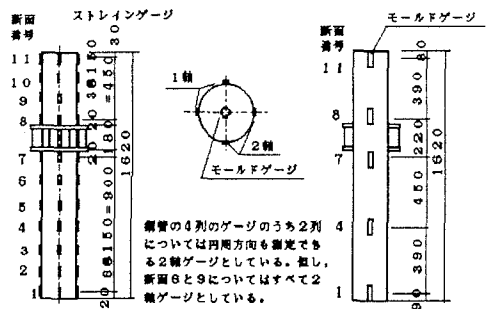


図 1

図4～7に上式によって計算した付着応力度を示す。試験体Aの付着応力度は、鋼管が圧縮応力を受ける断面1～7では $P=70\sim90$ tの間に明確なピークを持っている。ただし、断面1～2ではコンクリートの方が大きな反力を受けるため付着の破壊が早く $P=20$ t付近がピークとなっている。1～2以外の断面間では載荷フランジに近い位置ほど付着応力が大きく断面6～7で約6 kg/cm²、その他は2～3 kg/cm²程度である。ピーク付近の鋼管は十分弾性範囲内にあり、鋼とコンクリートのポアソン比の違いにより肌離れが

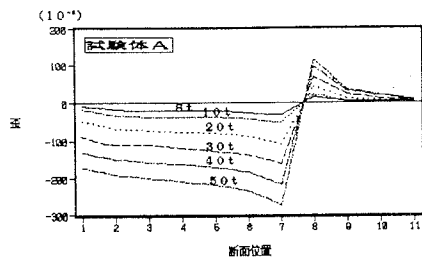


図 2

生じたものと推測される。鋼管が引張応力を受ける断面8～11の範囲では荷重の増加と共に付着応力度も増加する傾向にあり、断面8～9では他と比べて特に大きく $P=100\text{ t}$ では 22 kg/cm^2 に達している。

試験体Bではほぼ荷重に比例した増加傾向を示しAのようなピークは見られず $P=79\text{ t}$ で一気に全体が付着破壊する。歪変化をみると破壊は断面1付近から上方に進んだと想像される。付着破壊後、 60 t まで荷重が落ちた後再び増大し、付着応力度もほぼ横ばいか上昇傾向にある。特に鋼の断面6～7間では、勾配が付着破壊前後で変わっていない。これは付着破壊後も断面内の凹凸による摩擦力がかなりあることを示している。

載荷フランジ付近の付着応力度が大きくなっているが、原因として載荷板下側の圧縮フランジによる鋼管の拘束と、載荷板の溶接による断面縮小が考えられる。これらの原因でせん断キーのようなものが形成され付着応力を増大させたのではないと思われる。また鋼管が引張応力を受ける部分の応力が特に大きい、鋼管が引張力によって断面内側に縮小して鋼管とコンクリートの密着が高まり付着応力度が大きくなったものと考えられる。

4. 結論

鋼管とコンクリートの付着強度は材料的な付着力のみでなく断面の応力状態などにも左右されるため、一義的に数値を定めるのにはかなりの困難があることがわかった。しかし、条件にもよるが $3\sim4\text{ kg/cm}^2$ としてもそう実状とかけ離れずに安全に設計できると考えられる。溶接による断面縮小程度のことでもせん断キーとしての役割をすることができれば、鋼管内側に簡単なせん断キー（溶接ビード程度でも）を取り付けることにより付着力を確保するの一つの方法と考えられる。今回の実験では鋼管に全方向から同じ荷重を作用させたが実構造物では4方向の梁から大きさの違う荷重が載るため実際の構造物に作用する応力が再現できる試験体による確認が必要である。

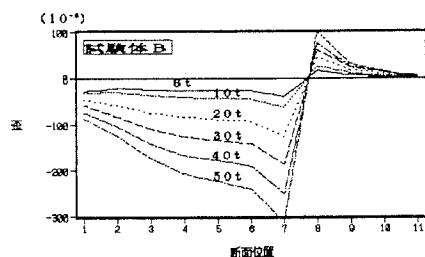


図 3

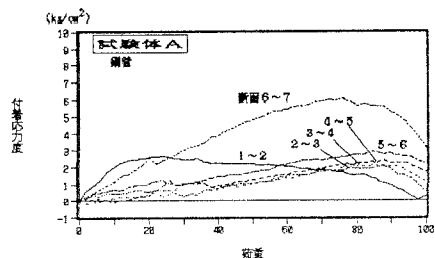


図 4

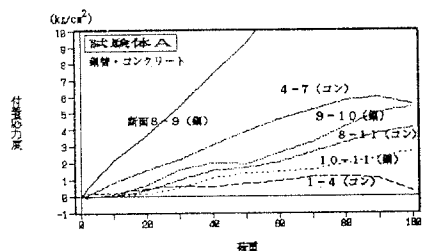


図 5

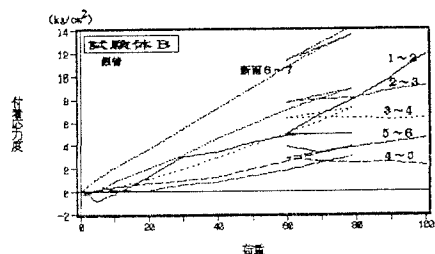


図 6

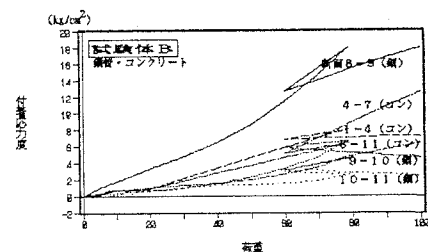


図 7