

(1) まえがき

地下鉄駅構内の柱には、直径を小さくし有効利用面積を大きくするため鋼管柱が用いられるが、この鋼管柱は円筒形の柱体の上下に厚鋼板を取付け(図-1)の如き形状のものが多く用いられている。しかしこの形のもの重量も大きく、従って製作費も相当高価なものとなっている。このにおいて重量の軽減による製作費の低下を目的として、その構成材料の材質と形状について再検討を加えてみた。



形状については、柱体の上下に取り付けられる支承板(厚鋼板)が相当の重量を占め、しかも力学的にも熱点の部分があるように思われたので、この支承板の形状について特に重要な検討してみた。試験としては工ボキシ板の二次元モデル(図-2, 3, 4)による光弾性試験を行い、これによって文体の形状を決定し、更に図-5の如き三次元モデルによるテストピースにより光弾性試験を進めた。これにより支承板内部に生ずる応力を(図-1)従来の鋼管柱およびその下のコンクリート支承面に生ずる応力応力等の解析を行い、これ等を総合して設計した新形式の鋼管柱について築物の各部の模型(柱壁は築物と合一)にて支承板、鋼管柱および鉄筋コンクリート支承面等に生ずる応力を測定し、設計についての裏づけとした。この結果新形式の鋼管柱を採用することが出来た。

(2) 二次元モデルによる光弾性試験

実験用モデルとしては(図-2, 3, 4)に示す如き3種類の形状のものをとった。(図-2)は従来の形式のもののであり、(図-3, 4)は新形式のもののである。これをテストピースとして、(図-5)に示す如き負荷方法により実験を行った。テストピースの下にゴムを敷いたのは、築物の支承板(鋼板)はコンクリート面の上に載っているもので、テストピースの工ボキシ板とゴム板とのヤング率の比をこの鋼のヤング率とコンクリートのヤング率との比とほぼ同じ数値にするためである。

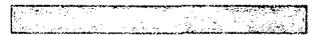


図-2 二次元モデル 1



図-3 二次元モデル 2



図-4 二次元モデル 3

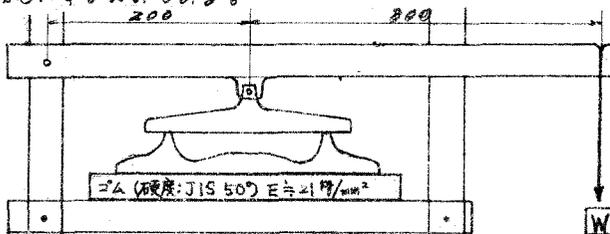
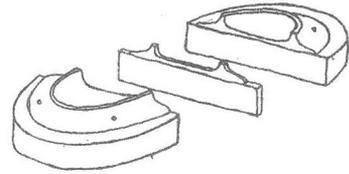


図-5 負荷方法

試験結果は図-2モデルが最も応力集中が甚しく、図-3が応力集中の程度が少なかった。図-3、4はむしろ相当よく応力分布しているのがみられたので、支承板の形にしての方向づけに大体的見当をつけることが出来た。



(3) 三次元モデルによる光弾性試験

図-3、4に示す形状に更に改良を加え、図-6に示すような三次元モデルをエポキシ樹脂で加工、支承コンクリートのモデルに相当するエポキシ樹脂を用い両者のヤング率の比を鋼とコンクリートのヤング率比に近くなるよう努めた。モデルの温度を上げながら載荷し、応力凍結を行った。次に応力凍結操作の終了した三次元モデルの応力を解析する

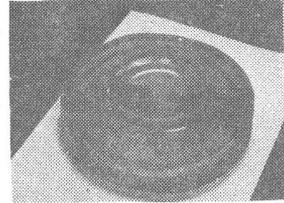


図-6 スライス切断後モデル

ため、図-6のようにスライスで切断し、これを取り出して等色線撮影を行った。その結果は図-7、8に示す通りである。図において支承コンクリートにあたる部分の光弾性は、凍結操作の影響がでて完全自由のとはいえないが、支承板にあたる部分については相当良好な応力解析が出来た。

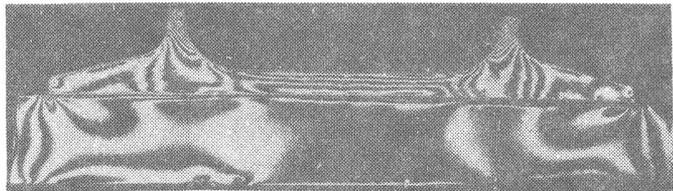


図-7 三次元モデル1.

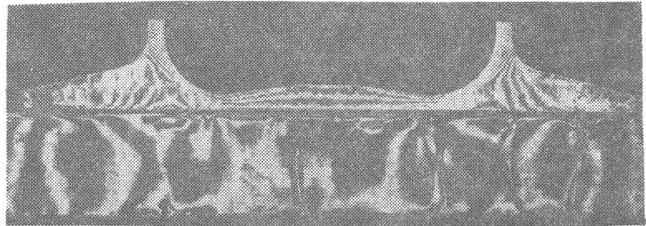


図-8 三次元モデル2.

(4) 実物模型による載荷試験

以上の試験結果を基にして1/10の実物模型を製作し、これに載荷試験を行った(図-9)支承板、柱体、支承コンクリート面の支圧応力等を測定し、この結果充分実用に供せられることを確かめた。図-10はこの試験によって得られた、支承コンクリート面に生ずる支圧応力分布の一つで、これらの結果から支承鋼板に対する設計法も確立された。

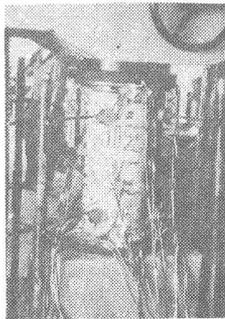


図-9 実物模型載荷試験

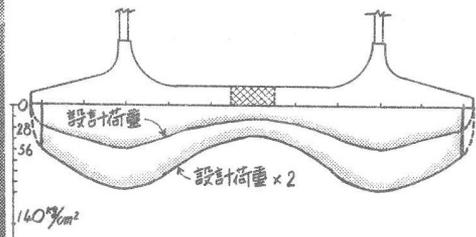


図-10 コンクリートの支圧応力分布

(5) むすび

これらの試験を重ねて、従来の鋼管柱より30%程度重量軽減をはかることが出来、地下鉄1駅あたり約1,500万内程度のコストダウンが出来る見通しがついた。実物模型実験は元学会長沼田政矩先生の指導をいただき、又一連の実験の実施は久保田鉄工利山二郎氏、脇田孝氏に受けることが多く謝意を表する次第である。