

V-7 円形支圧板によって載荷されるコンクリートの補強に関する研究

大阪市立大学工学部 正員 西 堀 忠 信
川鉄製鉄土木技術部 " 村 田 勝 弘
川崎製鉄構造技術研究所 " 菊 川 春 三

ま え が き

厚肉鋼管柱が開発され大きな軸力に耐えうる柱として利用が可能になった。厚肉であるので柱の外径が小さくて大きな荷重に耐え得る利点があり、地下鉄などの地下に埋設される箱型ラーメンの中間柱のような場合には狭い空間の中で無効な部分も小さくできるので特に有効であろう。しかしながら、この厚肉鋼管柱をコンクリート構造物と組合せて利用する場合、厚肉鋼管柱は外径が小さく荷重が大きいので柱とコンクリートとの間に設けられる支圧板、および支圧板に接するコンクリートの支圧応力度の許容値のとり方、補強方法等について検討を要するものと考えられる。本研究は、厚肉鋼管柱の支圧板の設計方法およびこれと接するコンクリートの補強に関する一連の研究の一部であり、厚肉鋼管柱の支圧板として一般に用いられている等厚の円形支圧板を介してコンクリートに円環状の荷重が載荷される場合の補強鉄筋の配置方法および鉄筋量と支圧強度との関係を実験によって解明しようとするものである。

実 験 概 要

実験は、補強方法を検討する目的で行なった小型模型による実験と、小型模型による実験結果を確認する目的で行なった大型模型による実験とからなる。小型模型は幅 60 cm、奥行 30 cm、高さ 40 cm の直方体であり、1 体は無筋コンクリート、8 体は格子状筋によって補強したものである。補強鉄筋は主として D 10 横フシ型異型鉄筋を用いたが、No 1 ~ No 4 の 4 体ははりの主鉄筋の支圧強度への影響を確かめる目的で、模型の上下面近く幅方向の鉄筋のみ D 16 (鉄筋比 1.07%) とした。各模型の配筋は図-1 に示す。鉄筋の引張試験結果鉄筋の引張強度および降伏点は D 10 で 53.9 Kg/mm^2 , 50.7 Kg/mm^2 , D 16 で 54.4 Kg/mm^2 , 45.2 Kg/mm^2 であった。小型模型に使用したコンクリートは最大骨材寸法 25 mm, スランプ 8 cm, 単位セメント量 322 Kg/m^3 , 水セメント比 50% であり、実験時の現場養生供試体の圧縮強度は 22.6 Kg/cm^2 , 引張強度 2.1 Kg/cm^2 , 弾性係数 230 t/cm^2 であった。支圧板の外径は模型の奥行の 80%, 240 mm とし板厚は外径の 10%, 24 mm とした。また載荷用の円環状の治具の外径は支圧板外径の 55%, 132 mm とした。載荷方法は図-2 に示す。

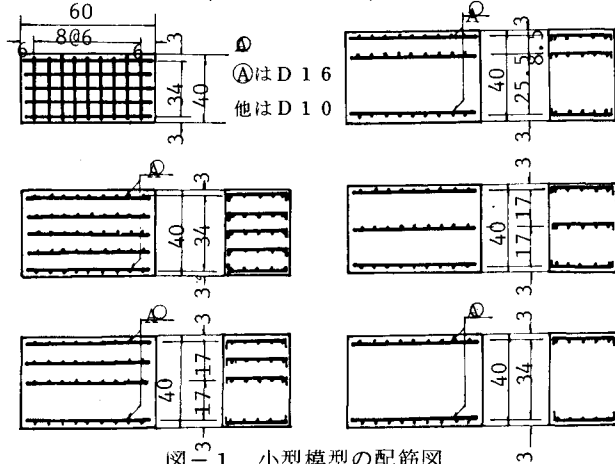


図-1 小型模型の配筋図

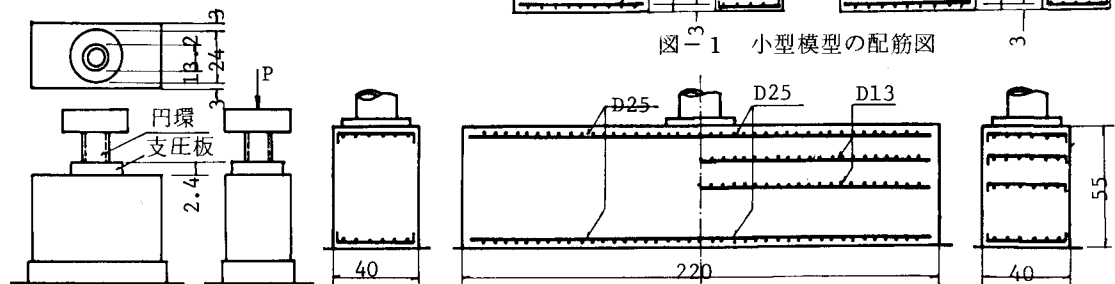


図-2 小型模型の載荷方法

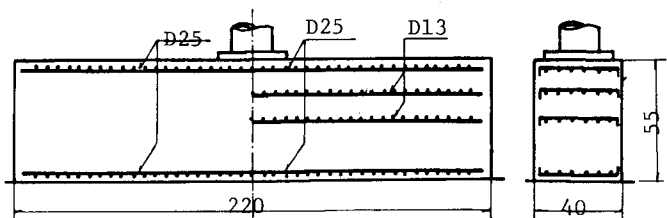


図-3 大型模型の配筋および載荷方法

大型模型は図-3に示すように幅220cm、奥行40cm、高さ55cmであり、配筋は上下面近くのみD25を配筋したNo.1と、さらにD13を2段配筋したNo.2の2体である。使用鉄筋はいずれもSD35である。また、使用したコンクリートの配合は小型模型とほぼ同様とした。実験時の圧縮強度はNo.1が21.3kg/cm²、No.2が23.1kg/cm²であった。支圧板の外径は320mm、板厚は32mm、載荷円環の外径は176mmである。

実験結果

模型には荷重100t前後で図-4に示すような斜びびわれが生じた。ひびわれの傾斜角は平均で27.7度で、補強の程度とはほとんど関係がなかった。斜びびわれははり高の1/2よりやや下で発生し、斜上および斜下方向に伸長し上下面に達した。鉄筋コンクリートの場合および上下面近くにのみ鉄筋を有するNo.1およびNo.5の場合には斜びびわれが上下面に達した後、このひびわれに沿ってずれが生じ破壊に至った。しかし模型の腹部に補強筋を有するその他の模型では、斜びびわれの幅も増大せずまたひびわれに沿ったずれも生じなかった。腹部に補強筋を有する模型の破壊は雪塊が崩壊するときと同様で、模型下端から粒子がはじき出され、終局時には下端部のコンクリートがはがれ落ちる状態となって破壊した。斜びびわれの傾斜角が模型の寸法の影響を受けているか否かを確認するため大型模型では図-3に示すように幅を高さの4倍としたが、実験結果によると大型模型も斜びびわれが生じたが傾斜角は小型の場合とほぼ同じであった。また破壊状況も大型と小型では差異は認められず、小型模型の結果が幅の影響を受けていないことが確かめられた。

小型模型の結果より破壊荷重を支圧板の面積で除して求めた支圧強度 σ_b とコンクリートの圧縮強度 σ_{cb} の比を幅方向と奥行方向の鉄筋比の平均との関係で図-5に示す。図において黒丸で示した4ヶの測定値は模型の上下面近くにD16を配したもので、ほぼ鉄筋比との間に比例関係がある。また、白丸で示した4ヶの測定値は全てD10を用いたもので、この4ヶも鉄筋と支圧強度との間に比例関係が認められるが、黒丸と白丸との間に差異が明らかである。この結果は上下縁近くの鉄筋を過大に評価していることになる。これらの模型は破壊時にビール樽の形になることより、この形状の模型では上下縁の鉄筋より中心部附近の鉄筋はより拘束効果が大きいと考えられる。そこで鉄筋の拘束効果が高さの1/2で1、上下面で0となる2次放物線となし、かつ鉄筋の降伏点とコンクリートの強度との比に比例するものと仮定し、鉄筋係数 q を $q = \sum p_i (1 - 4 y_i^2 / h^2) \cdot \sigma_{sy} / \sigma_{cb}$ (ここに p_i

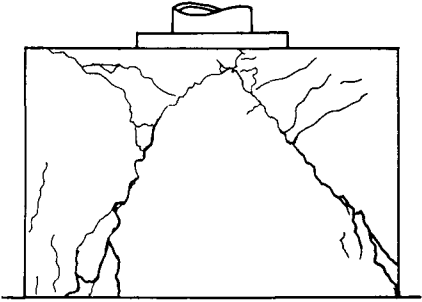


図-4 No.1のひびわれ図

は高さの中心から y_i の高さの鉄筋比)とすると、図-6に示すように使用した鉄筋の種類に関係なく1本の直線によって支圧強度との関係を示すことができる。また、大型模型の結果および無筋コンクリートの結果もこの直線とよく一致している。今後は形状の影響やその他の要因の影響も検討する必要がある。

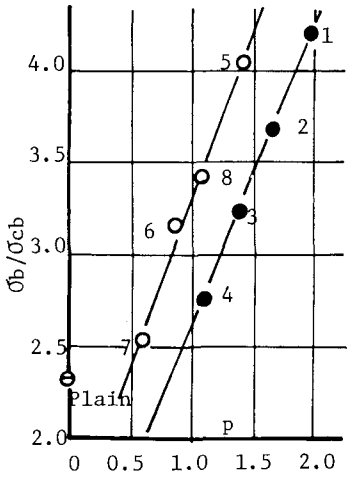


図-5 支圧強度と鉄筋比

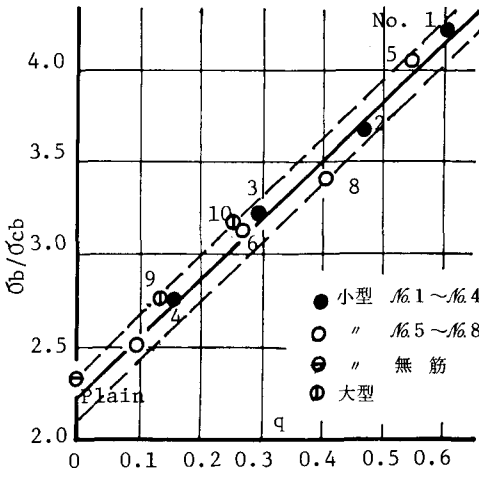


図-6 支圧強度と鉄筋係数