

線路上空建築物の高層化

蓮田 常雄 (株東京建築研究所 (元 鉄道総研 建築研究室))

はじめに

国鉄民営分割を控えた昭和61年当時、私は構造物設計事務所所属しており、民間移行に伴う部内技術基準の整備に当たっていました。その中で鉄道固有技術として橋上駅などに代表される低層の地中梁を設けない線路上空建築物の構造設計技術については、建設実績をベースに新しい検討を追加して設計標準としてまとめ、建設省の通達を得ることができました。民営化後、鉄道総研に配属となり担当したテーマが線路上空建築物の高層化技術の開発でした。

日本における高層の線路上空利用は、民鉄に多く見られる下部の軌道構造と一体化したターミナルビルなどで、地下階や地中梁を設置し、鉄道施設の大規模な改良と機を合わせて施工されるものでした。しかし、都市部空地が払底し、鉄道事業者の関連事業展開や都市開発の核としての線路上空有効活用のニーズが特に高まり、列車を運行したまま線路上空をより高層まで効率的に利用する建物の構造設計法の開発が求められました。

高層化の可能性

建物の耐震要素として重要な地中梁を設けずに高層化するために、いかに耐震性を担保するかを色々検討しました。

その結果、当面は高さ45m程度の建物に限定して、基礎杭を耐力と変形性能に優れた場所打ち鋼管コンクリート構造として対処すること、また上部構造と下部構造を分離した設計から、上部下部を一体としたモデルで挙動解析をすることにしました。



図1 突出杭の水平載荷試験

地中柱の地震時挙動の把握

線路上空建築物は、ホームや線路の配置による制約から1柱-1杭(杭は、このモデルでは一般建物の柱と同様重要な機能を担うので地中柱と呼びました。)構造となりますが、この地中梁の無い1柱-1地中柱構造の終局状態を含んだ地震時挙動を把握するために、鋼管コンクリート地中柱の大変形・交番水平載荷試験を行いました。

この試験は、以下の2点で従来の試験にはみられない特徴を有する試験でした。

- ①実際の1柱-1地中柱構造の応力状態を模擬した突出載荷を基本とする。
- ②大変形域までの繰り返し交番載荷を行う。

粘性土地盤、砂地盤、中間砂れき層をもつ地盤で試験を行い、いずれの地盤においても地盤を適切に評価することで、突出載荷を含む地中柱の荷重～変位関係や、地中柱変位、地中柱曲げモーメントの分布を大変形域まで解析的に再現できました。実験で得られた地盤評価を一体モデルの解析に反映させることとしました。

柱-地中柱接合部の検討

柱と地中柱の接合部は、柱を角形鋼管、地中柱を場所打ち鋼管コンクリートとし、柱が地中柱に埋め込まれている構造形式を採用しました。そのような形式の接合部の力学的性状を把握するため、模型供試体による正負交番載荷試

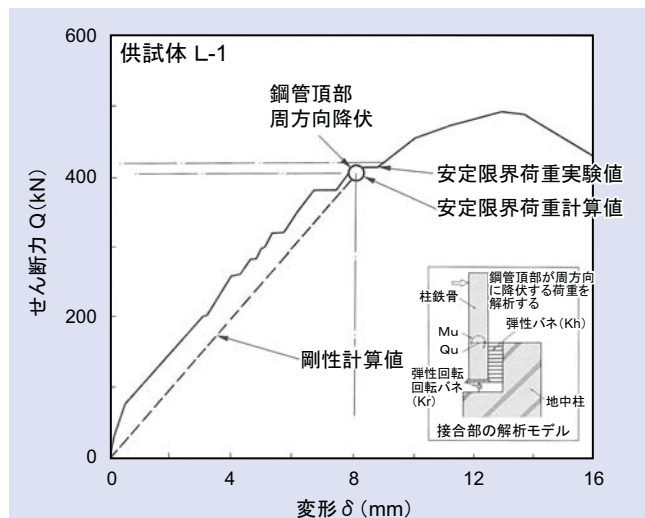


図2 接合部の安定限界荷重

験を行い、建物の終局状態でも接合部をほぼ弾性状態にとどめる設計法を確立しました。

実験は、初期段階で充填コンクリートにひび割れが発生し、その後同一荷重の繰り返し载荷により変形が進行する不安定現象が現れ、さらに荷重の増加とともに変形が増大し最大荷重に達しました。

不安定現象が現れる荷重は、地中柱鋼管が周方向に降伏開始する荷重とほぼ一致しており、接合部の力学モデルにより安定限界荷重は、地中柱頂部鋼管が周方向に降伏する荷重として評価できました。

大井町駅ビル

JR京浜東北線大井町駅構内に高さ44.7m、9階建ての高層駅ビルが計画され、地中梁の無い構造として最初の本格的建物でありました。本ビルに、開発した設計法を適用しました。

基礎は、地中柱径2.0mで、上部15mを場所打ち鋼管コ



図3 建設中の大井町駅ビル

ンクリート造、下部15mを場所打ちコンクリート造としてGL-28m以深の東京れき層に支持させています。

列車密度の高い駅での工事は困難を極めました。1993年に無事開業しました。

閑話休題

鉄道総研には2003年1月まで在籍しましたが、その間、東京駅丸の内赤レンガ駅舎の耐震性能検討（現在保存復原工事中で、幸運にも設計に携わることが出来ました。）や、阪神淡路大震災対応などが大きな経験として印象に残っています。特に阪神淡路大震災では、芦屋駅や鷹取工場の被災調査・復旧対策に参画しました。鷹取工場では多くの建物が倒壊や大破しましたが、鉄工職場棟と倉庫棟は鋳鉄管柱が無残にも破断している状態でした。柱が破断していることや残留変形角が1/20に及んでいたことから即座に撤去と判断し、別棟の復旧計画に忙殺されていましたが、倉庫棟の鋳鉄管柱に「HAMILTON'S WINDSOR IRONWORKS LIMITED LIVERPOOL」の陽刻がなされていたことが気になっていました。

後に調べてみると、鷹取工場の倉庫棟は明治7年の大阪-神戸間の開業時に神戸駅構内に建設された神戸工場の工場建屋だそうで、明治村に保存されている鉄道寮新橋工場と同様明治初期に英国より輸入・建設されたものでした。詳細な調査を怠り撤去してしまったことを悔やみましたが、2005年に鷹取工場の移設を機に鷹取駅が改築され、震災復興への熱意と鷹取工場の記憶として地下自由通路の側壁に撤去した鋳鉄管柱が埋め込まれ蘇りました。昔年の澁が溶けたこと、JR西日本の建築陣の熱意に感謝する次第です。



図4 鷹取駅地下自由通路側壁に蘇った鋳鉄管柱