

I - B443 大規模地下構造物の耐震補強

八千代エンジニアリング 正会員 竹田 善彦
 東京都 交通局 正会員 古田 勝
 八千代エンジニアリング 正会員 川崎 誠

1. まえがき

先般の兵庫県南部地震において、地上構造物のみならず旧来の土木地下構造物は地震力に対してRC柱のもらさを露呈してしまった。その結果、現在各方面で補強対策がなされており主としてRC柱本体への鋼板巻きや繊維シート巻きなどの補強工法がとられている。当報告は、RC柱が多数存在し、躯体の一部が周辺地盤より突出した構造であり慣性力の影響が大きいと思われる大規模地下構造物を例として、兵庫県南部地震を想定した耐震検討を行い、その結果に基づく補強工法の選定を行ったものである。

2. 検討概要

(1) 検討断面

検討対象構造物の標準断面を図-1に示す。図に示すとおり、大規模な既製杭基礎の地下ボックス状（2層9径間）でありRC柱が多数存在している。また、基盤層は非常に深く軟弱な表層地盤が広がっている。なお、当構造物は昭和40年代に築造されたものであり、せん断補強の考え方や補強鉄筋量は当時の設計規定は満足しているものの、現在の観点からすれば不足していると言わざるを得ない背景があることを前提とする。

(2) 検討方法

検討フローを図-2に示す。各部材の損傷プロセスの把握を目的とし、「新設構造物の当面の耐震設計に関する参考資料（財）鉄道総合技術研究所 H8.3」に基づき予備検討を行った結果、主に躯体慣性力の影響によりRC柱のせん断破壊が先行することが判明した。したがって、フローに示すようにRC柱補強工法に応じた躯体剛性を考慮し、動的2次元FEM解析や1次元地盤応答解析により算出した設計水平震度を躯体慣性力として作用させ耐震検討を行った。

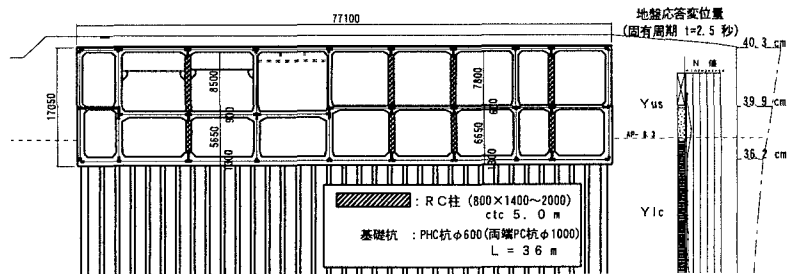


図-1 標準断面図

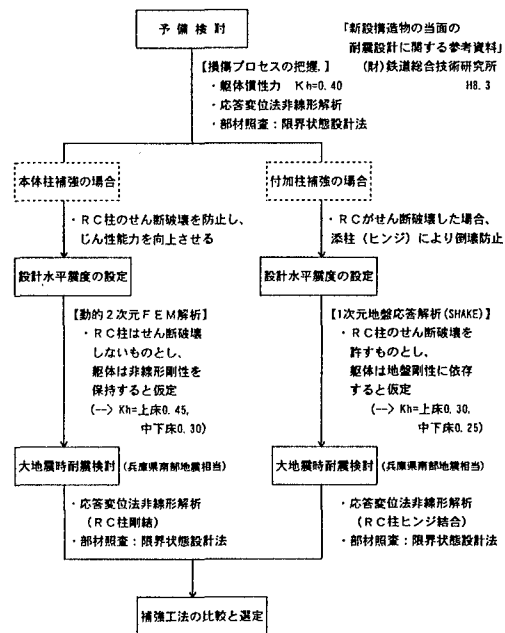


図-2 検討フロー

キーワード：RC柱耐震補強，地下構造物，鋼管添え柱工法

連絡先：〒153 東京都目黒区中目黒 1-10-23 TEL 03-3715-0324 FAX 03-3715-2055

3. 検討結果

（1）各部材の損傷プロセス

荷重増分法により耐震検討を行った結果、地震力の増加に伴い各部材の損傷が進行するプロセス及び損傷形態を挙げると表－1のようになる。また、表に示した以外の部材については想定地震まで荷重レベルが達しても安全であることが明らかになった。

（2）補強の重要度

地震により下層階のRC柱が最初に損傷を受けることが明らかになった。その形態もせん断破壊であることから極めて脆性的なものであると推測され、すなわちRC柱が支柱としての効果を失う時点で構造物は系として崩壊に至ることになる。それに対し基礎杭頭部や躯体隅角部の降伏ヒンジ化は、兵庫県南部地震の被害状況を鑑みてもそれなりの損傷は受けるが構造物を崩壊に至らしめる直接原因にはならないと考えられる。したがって、当構造物を崩壊させないためにはRC柱の補強が最も重要であると判断された。

部材損傷の順序	損 傷 形 態	荷重レベル (想定地震に対する比)
下層階RC柱 ↓ 基礎杭頭部 ↓ 躯体側壁隅角部 ↓ 上層階RC柱	せん断破壊（大きな軸力、小さなせん断力） 曲げ破壊（地盤の大変形、引張鉄筋不足） ※地中部については、地盤応答変位の高次モードに対しても安全 内側曲げ引張破壊（内側引張鉄筋不足） せん断破壊	0.4 0.5 0.6 0.8

表－1 各部材の損傷プロセス

工 法	鋼板or繊維シート巻き補強	鋼管添え柱補強
補 強 効 果 性	○ 実験により確認済み ○ 耐力増加、せん断破壊防止	○ 現在、実験中 △ RC柱の破壊を許す
地震後の補修性	○ 基本的にはない △ しかし中のRC柱の状態を確認し再補強の可能性有	△ RC柱の補修が必要 ○ 補修の要否の判定が容易
施 工 性	△ 現場作業量が多い (溶接、モルタル注入)	○ 現場作業量が少ない
工 期	△	○
概算工事費(直工)	△	○
総 合 評 価	×	○

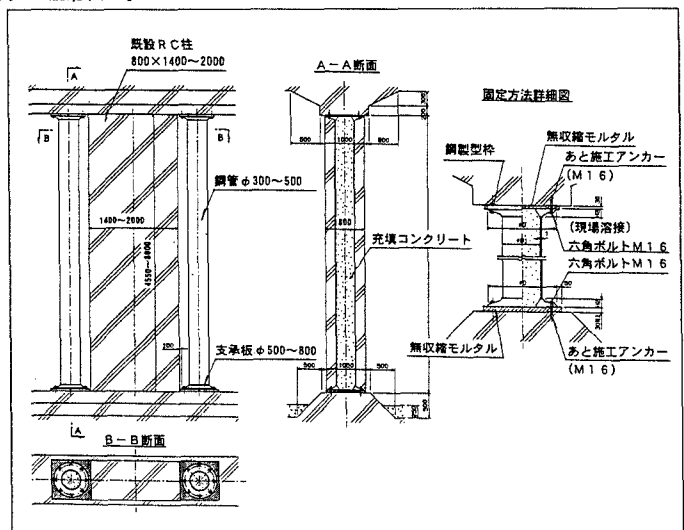
表－2 RC柱補強工法比較表

4. RC柱補強工法の選定

RC柱の補強工法には、RC柱本体に鋼板や繊維シートを巻くことによりせん断破壊を防止し靱性性能を向上させる工法と、RC柱がせん断破壊した場合に添え柱(ヒンジ)により構造物全体の崩壊を防止する工法が考えられる。現在主に前者が採用されているが、当構造物の現在の利用状況など特殊性も勘案の上比較検討を行った結果、表－2に示すように鋼管添え柱補強が最適であると判断した。図－3にその構造図を示す。

5. まとめ

当報告で提案する鋼管添え柱工法は、RC柱のせん断破壊を許しても床版等の他の部材の崩壊を防止するという考え方であり、施工性や工費、あるいは地震後の補修性などの点から多くのメリットが考えられるため、地下構造物の中柱補強工法のひとつとして提案するものである。



図－3 鋼管添え柱補強構造図