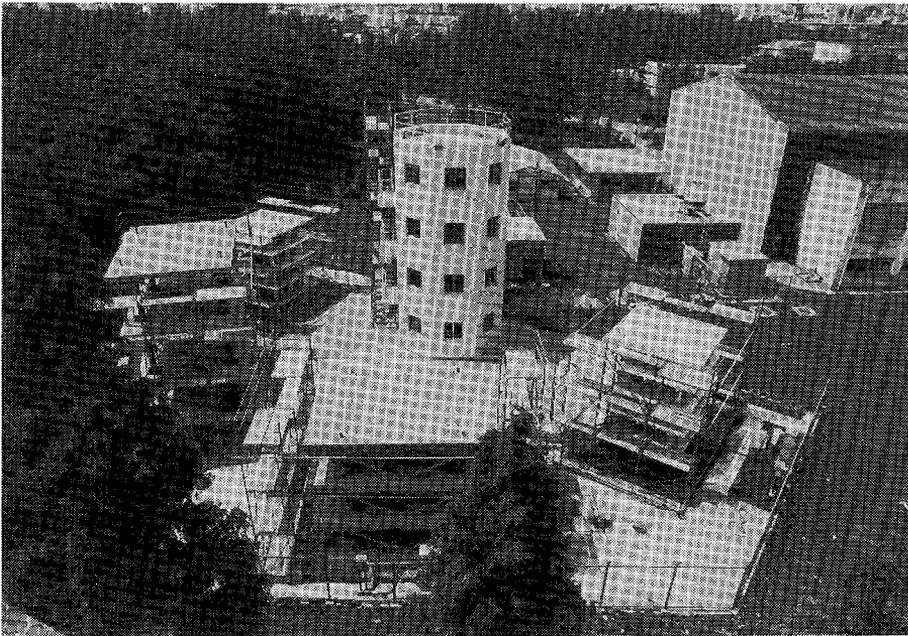


生研ニュース

1985 年 10 月 4 日千葉・茨城県境に発生した
地震の千葉実験所における観測結果

耐震構造学研究グループ(ERS)

本所の耐震構造学研究グループ(ERS)では、生産研究 35 巻 9 号・36 巻 9 号などですでに紹介されているように、千葉実験所に設置された「地震による構造物の破壊機構解析設備」^{注)}によって、昭和 58 年夏より、地盤・構造物の自然地震に対する応答を観測している。すでにテレビ・新聞で報道されているように、さる 10 月 4 日夜、関東地方を襲った地震によってこの設備の構造物模型の一部に損傷が生じた。本グループはこの地震における地盤、構造物の挙動の観測に成功した。ここに観測結果の概要を報告する。



弱小モデル群と観測塔

注) 地震による構造物の破壊機構解析設備

構造物が強い地震によって破壊する場合、どのような地震動を受け、どんな力が作用し、どのような経過で破壊するかを明らかにする基礎的研究を総合的にすすめるための設備。地震時の地盤の動き、鉄筋コンクリート造弱小モデルおよび鉄骨造弱小モデル振動、機械設備への地震動の伝わり方を実測し、2次元振動台、計算機一試験機オンラインシステムによって破壊状態をシミュレーションする。

1. 地震諸元

発生日時：1985年10月4日 21時26分

震央地名：千葉・茨城県境

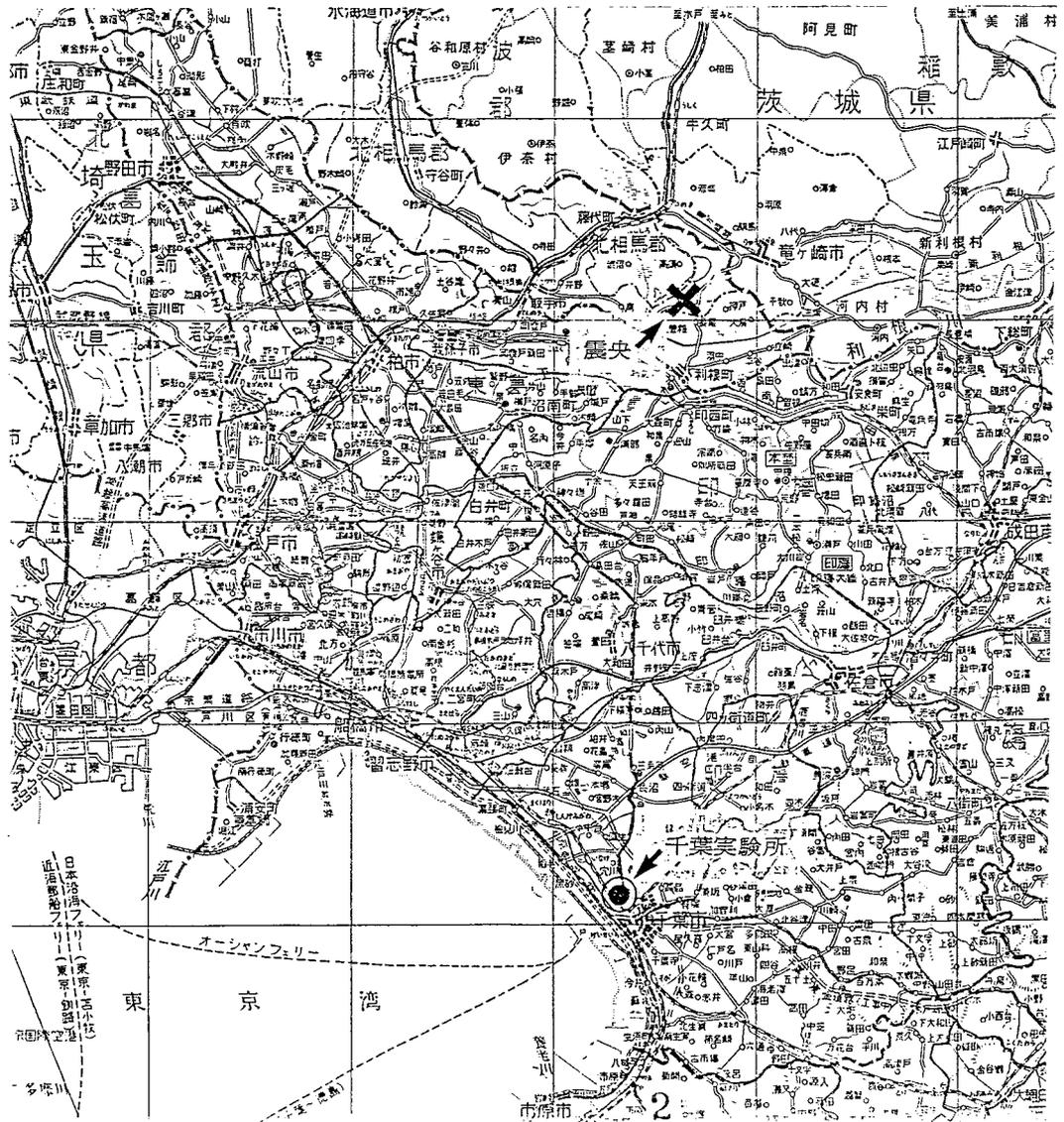
震源：北緯 35° 53'，東経 140° 9'，深さ 78 km

規模：6.2

震度：V：東京

IV：千葉，館山，宇都宮，日光，熊谷，横浜，柿岡

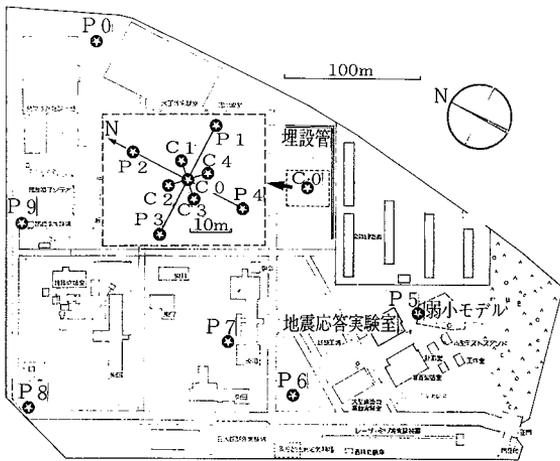
震央距離：千葉 30 km



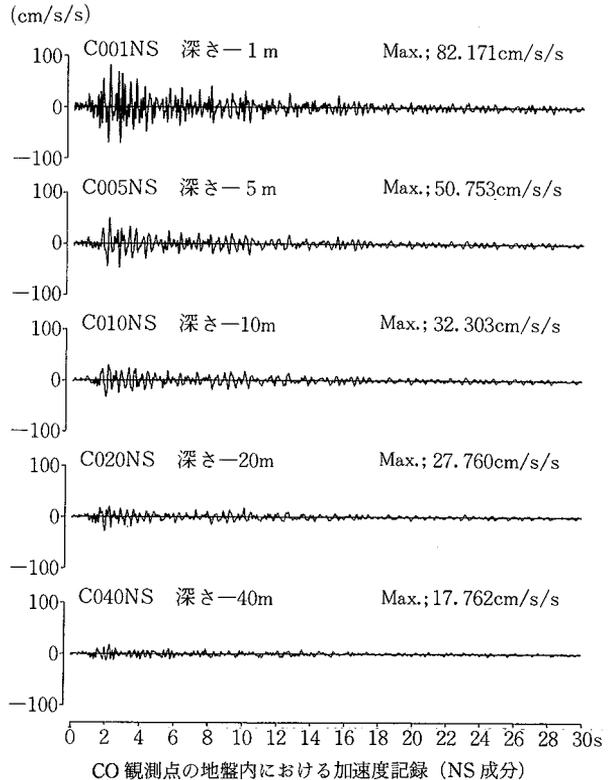
2. 地 震 動

この地震によって、千葉実験所（総武線西千葉、震央から約 30 km）では、地表で平均 80 ガルの最大加速度を記録した。

同所には、高密度の地震計ネットワークがあり、地表付近の地震動を 15 点で同時観測している。この最大加速度は、気象庁が発表する震度IVとVの境界にあたる。地震のゆれは約 40 m の地表層により 4 倍程度に増幅された。加速度の大きさだけから考えると、メキシコ市における地震動の強さと大差ないが、卓越する地震動周期約 0.2 秒は、メキシコ市中心部で観測された 2~3 秒よりずっと短い。埋設されているそれぞれ 120 m の铸铁管および鋼管には全く異常がなく、地震時の伸縮量は 1 m あたり 0.02 mm 程度であった。この値はこれらの埋設管の許容値の 1/100 から 1/500 程度にすぎない。



千葉実験所構内の地震動観測点
(P0, …, P9 および C0, …, C4)



3. 鉄筋コンクリート造弱小モデル

2 体の鉄筋コンクリート造弱小モデルは、しばしば発生するそう強くない地震でも損傷するよう計画されていて、80 ガル程度の最大加速度の地震で損壊するように設計してある。

10 月 4 日の地震により 1 体のモデル（柱崩壊形）の 2, 3, 4, 5 階の柱に多数の亀裂が発生した。通常の被害度分類によると、小破と中破の中間程度である。観測された加速度の最大値は、1 階で 80 ガル、屋上で 310 ガルであった。

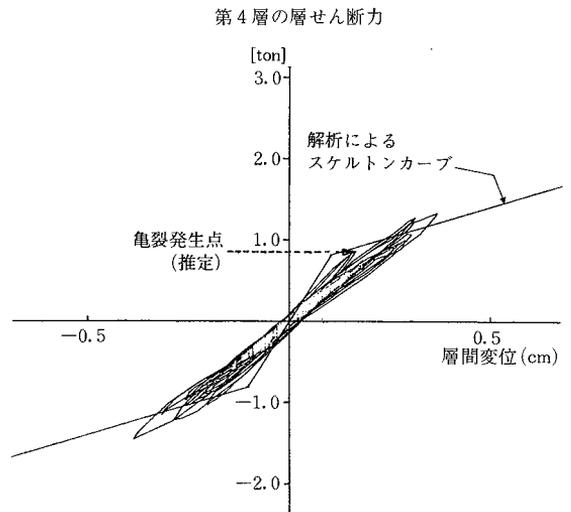
解析で推定されている耐震強度（せん断力係数）は、1 階で 0.16 であるが、今回の地震により、その約 60% のせん断力が作用したことになる。

亀裂が大きく発生した柱崩壊形モデルは、最終的には柱に破壊が生じるように設計されたものであり、亀裂がほとんど発生しなかったはり崩壊形モデルは、はりに破壊が生じるように設計されている。通常、同じ強さでも、後者のほうが耐震性が優れているとされているが、今回の地震でこれが証明された。

実際の建物で、この程度の被害をうけた場合にはエポキシ注入などにより補修し継続使用するのが普通である。この補修効果を検討するために、今後は、エポキシ樹脂などによる補修を行い、観測を続けるとともに、新たなモデルを作成し、次の中・小地震に備えたい。



鉄筋コンクリート造弱小モデル(柱崩壊型)の4階の柱に生じた亀裂



第4層の層せん断力-層間変位図

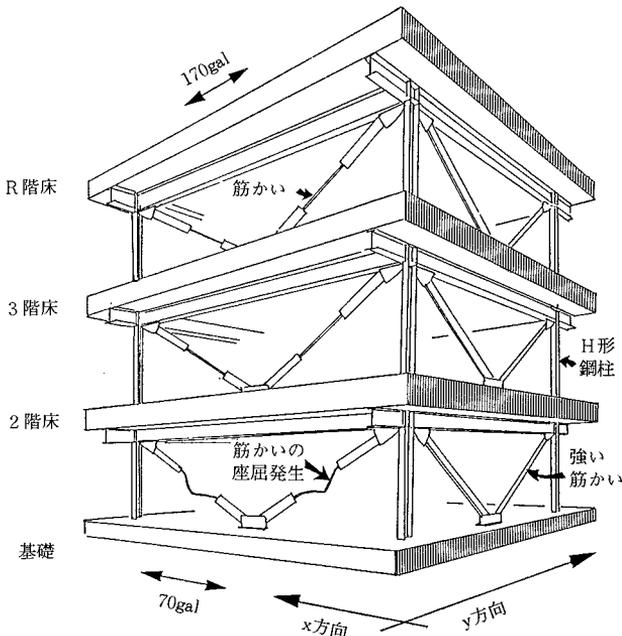
4. 鉄骨造弱小モデル

鉄骨造弱小モデルでは、模型Ⅰ(弾性応答観測用)と模型Ⅱ(崩壊観測用)の2体で地震応答観測を実施しているが、模型Ⅱはこの地震によって損傷を受けた。

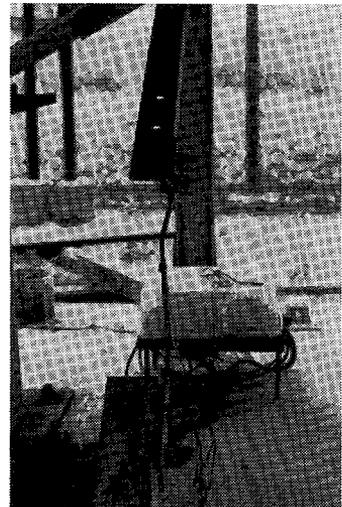
鉄骨造弱小モデルⅡは、H形鋼柱、筋かいからなる3階建の模型であり、この地震によって1階のX方向の筋かいが座屈し、降伏した。この模型の強度は、ベースシア係数(1階の降伏耐力を建物の全重量で割った値)が0.09であり、実在建物の強度の大体1/3から1/4程度に設計されている。

基礎上で観測されたX方向の最大加速度は70ガルであり、1階の筋かいが座屈・降伏した後、引き続いて降伏変形の3倍に達する2階床の水平移動(最大4.6ミリ)が観測され、地震終了後も約2ミリの永久変形が残っている。

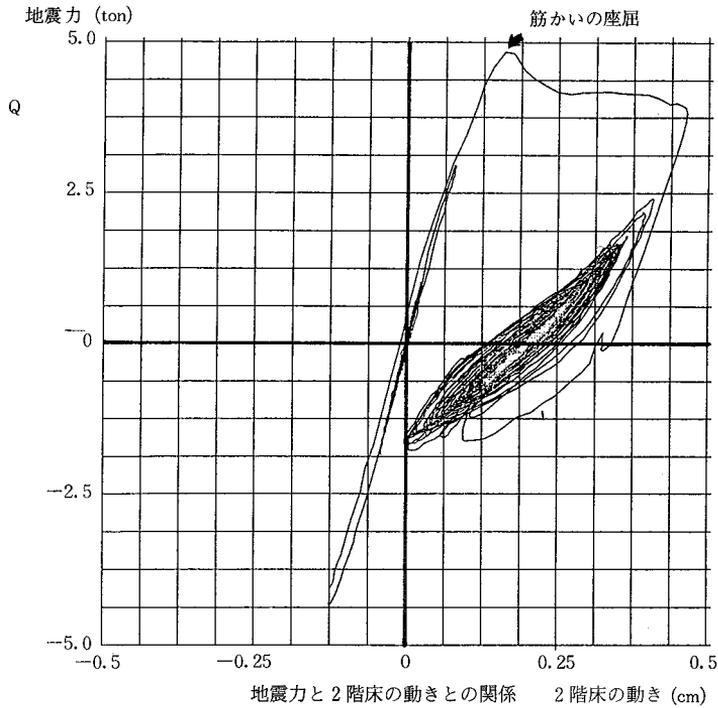
このように筋かいは損傷を受けたが、模型全体としては小さな損傷に留まった。損傷を受けた筋かいを新しいものに取り替えるなどの補修を行い、地震応答観測を続行する予定である。



鉄骨造弱小モデルⅡ



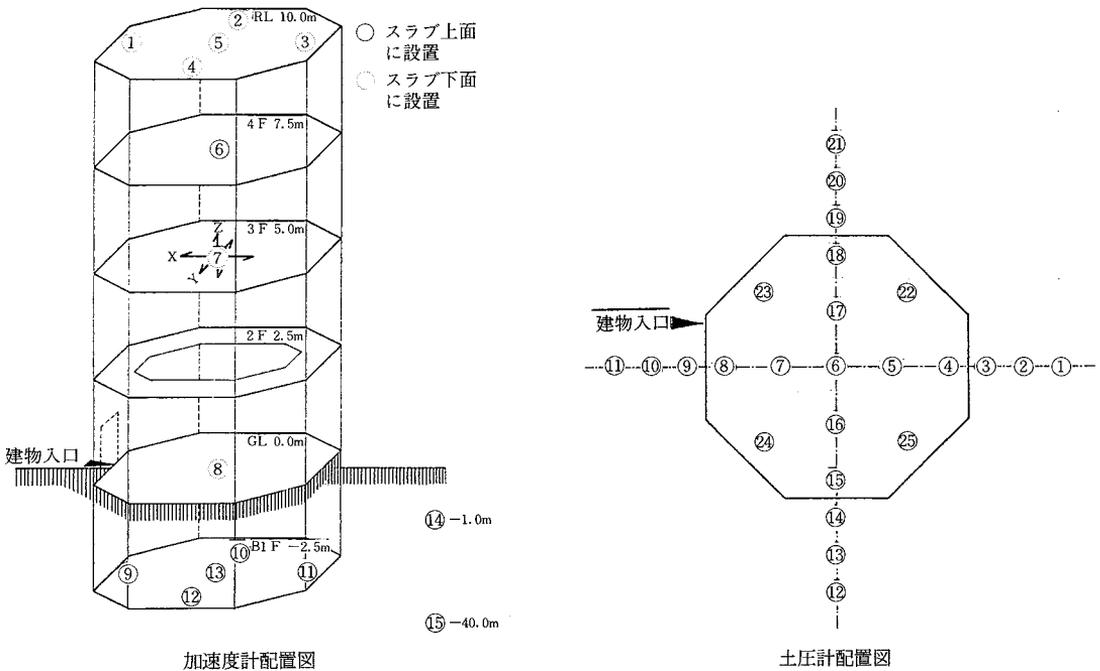
座屈した筋かい



5. 観測塔の応答加速度, 動土圧

塔状構造物による地盤・構造物の動的相互作用の研究では、直径 5 m、高さ 12.5 m の鉄筋コンクリート造塔状構造物に加速度計 13 個 (39 成分) と土圧計 25 個を設置し、地震観測を実施している。

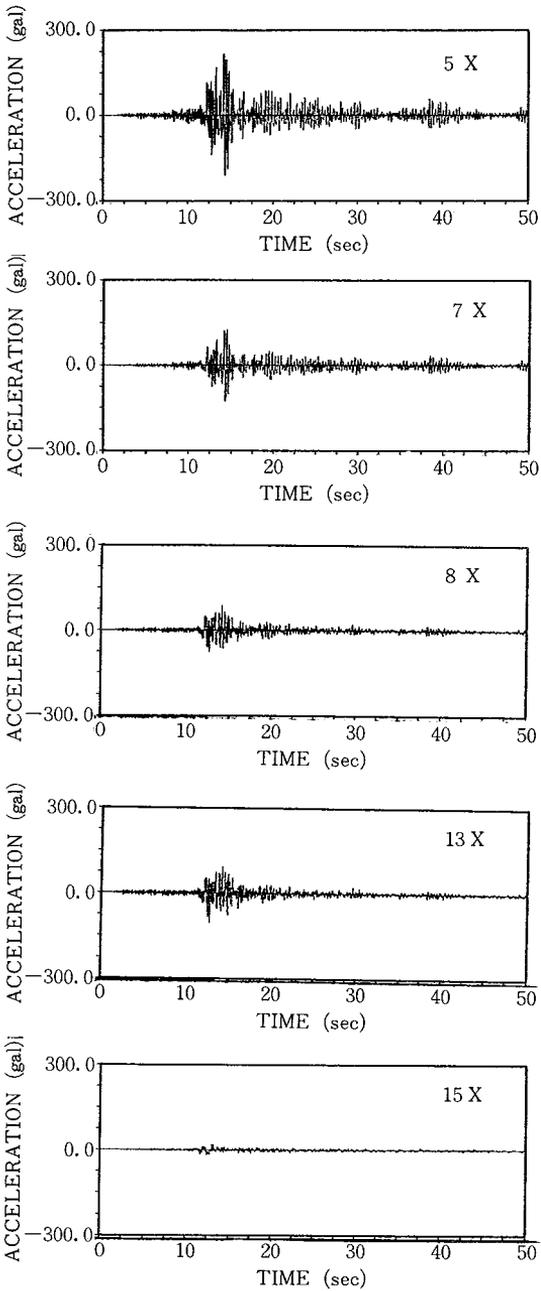
今回の地震では、屋上レベルで最大 220 gal の加速度を記録しており、また動土圧記録から、側壁と地盤との接触面で、塔状構造物のロッキング振動によるとみられる動土圧の分布が得られた。



6. 三次元免震装置の応答観測

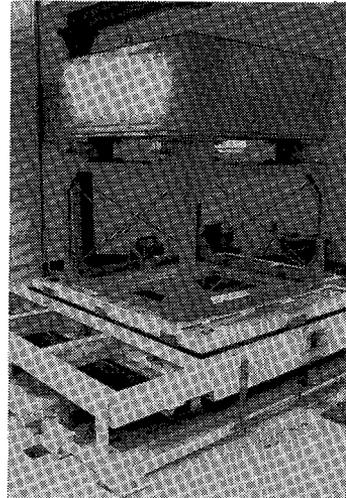
応答観測に用いている三次元免震装置は半導体製造設備など精密機器用免震装置として開発したものであり、機器に加わる地震力(加速度×質量)を低減する機能を有している。

この地震では、装置に搭載された機器モデルの水平加速度は設置床の応答加速度の約 1/5 に減少しており、良好な免震効果が得られた。しかし鉛直方向では、地震動の加速度レベルが低かったため、十分に作動するまでは至らなかった。



観測塔の応答加速度時刻歴

(5 X, …, 15 X は前頁の加速度計配置図参照)



観測塔 3 階床に設置された三次元免震装置と搭載された機器モデル