

■ 地上構造物の耐震設計を考える

正会員 積水ハウス(株) 大阪設計部 田村 努 Tsutomu TAMURA

阪神・淡路大震災で被害を受けた土木・建築構造物（地上構造物）の中には、倒壊した構造物が多く見受けられた。筆者が被害調査をした結果、設計不備、材料品質不良、施工不良等が破壊を促進させたような印象を受けた。また破壊形態を見る限り、応力集中による局部的破壊が倒壊の誘発的要因と感じられた。これは、地震の振動的応答よりむしろ、直下型地震の特徴とも言える瞬間的なおかつ破壊の衝撃波が構造物内部で合成あるいは増幅され、その影響がかなり大きかったものと筆者は推測する。今回の地震動については設計想定値をはるかに上回り、また構造物の建設地点によっても大きさが異なる場合があった。これは建設地点での地形、地質に起因する地震波の屈折・反射による波動的合成効果が関わり、地震力を増幅させたためと考えられる。このように地盤および構造物内部において、地震波の波動的影響が顕著であったと推察できる。

今後の耐震設計では、従来のように振動的な横揺れのみを考慮するのではなく、地震波を波動的

観点より追跡計算できる時刻歴弾塑性解析の照査が必要と思われる。地震動においては大規模直下型・海溝型地震の発生可能性を統計確率論的に予測し、それに対応した設計あるいは安全性の確率を計る必要があると思う。それには安全性の定量的な表現（信頼性指標）、荷重・耐力・品質等の各種部分安全係数の設定、終局耐力の確認等ができる信頼性設計法あるいは限界状態設計法の導入が、必要不可欠になるのではなかろうか。

安全性（破壊の可能性が一定水準以下）を確率的予測により定量的に明確にする。たとえば「この建物は今後50年間は安全」、または「この高架橋は今後100年間は安全」のような表示をすることによって、構造物の重要度・供用年数に合わせて安全水準を理論的にコントロールできれば、経済的・合理的な耐震設計が可能となる。そうすれば、社会的コンセンサスも得られ、震災の教訓を生かされた耐震設計になると考える次第である。

■ コンクリート構造は鋼構造より単純？

フェロー 工博 信州大学教授 工学部社会開発工学科 長 尚 Takashi CHOU

ある新聞の1月下旬の震災関連記事の見出しに「単純にいかない」鋼構造」とあった。これは、「最新のコンクリート構造物の耐震設計の考え方は正しい。今回の破壊はコンクリートのせん断強度を過大評価して設計していた時代のもので起きている。構造諸元と外力のデータがあれば、コンクリート構造物の挙動の解析は可能で、既存構造物の診断もできる。コンクリート工学の学問水準はすでにそこまで来ている」という考え方に基いている。このような認識では、再び自然から手痛いしっぺ返しをされる気がしてならない。疑問

点を簡単に述べる。

① 学問水準がそうであれば、きわめて深刻な事態が生ずると予め強く警告されていなければならない。最近の外国の大被害を見ても、日本の土木構造物の補強を急げという声はあまり出ていなかったのではないかと。② せん断強度を過大評価していたことだけが主因ならば、もっと沢山の被害があり得よう。特にこれまでかなり大きな加速度にも拘らず、今回のような壊滅的被害がなかったことの説明がつかない。③ 並んでいる全く同じ構造諸元のもので、一方は壊滅的被害を受け、

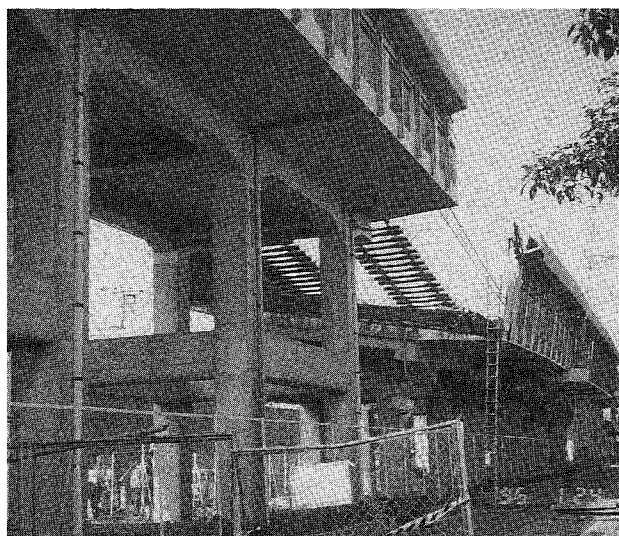


写真-1 被害と無被害の対照例

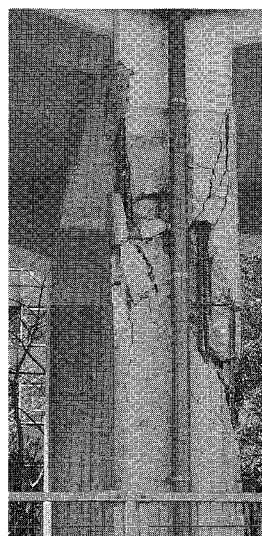


写真-2 セン断破壊例

他方はひび割れも出ていないという例(写真-1)がいくつもあった。④せん断スパン比が大きく、本来曲げ破壊するはずなのに、曲げ亀裂も見せず、柱の中間で完全なせん断破壊をした例(写真-2)が数多く見られた。⑤静的実験ではもちろんのこと、これまで行われている動の実験でも実際の現象を忠実に再現できない。構造物が急激な力を受けて破壊するメカニズムを、これまで我々は正確に掴んではいないのではないのか。このような観点からの検討が必要ではなからうか。⑥じん性を考慮した設計をする場合の量的な根拠となっている、エネルギー一定則とか、せん断耐力の評価に疑問がないとは言えない。今回壊滅的被害を受けた地域には平成2、3年以降に設計され

た土木構造物は少ない。正しさが実証されたとするのは早計である。⑦個々の構造物の被害結果を踏まえると、必ずしも実証できないようないろいろな仮定を設ければ計算は可能であろう。しかし上記の③、④他の多数の被害が矛盾なく、整合性をもって説明できる状況ではない。したがってたとえ構造諸元と外力のデータが与えられても、予測的な解析が可能とは言えない。⑧今回でも取られた記録には限界がある。⑨マグニチュードだけから言うと、直下型地震で8を超すと推測されている濃尾地震の例もある。⑩今回を含めたこれまでの地震で、起こり得る破壊形態と被害様相がすべて出尽くしている訳ではない。

■ 鋼製橋脚の耐震性能向上策

フェロー D.Sc. 名古屋大学教授 工学部土木工学科 宇佐美 勉 Tsutomu USAMI

筆者の研究室で行った鋼製橋脚のハイブリッド地震応答実験および弾塑性地震応答解析によれば、今回の地震で観測された比較的良好な地盤(I, II種地盤)の地震動は、固有周期が1秒以下の橋脚に非常に大きな損傷を与える地震動であった。この地震動は、橋脚を一気に一方向に傾

かせ、大きな応答変位とともに大きな残留変位を生じさせる地震波であり、建設省土木研究所のI種地盤用レベル2地震波と類似の性質を持っている。しかし、スケールは今回の地震の方がはるかに大きい。

阪神高速道路3号神戸線の多くの単柱式鋼製橋