

激しい水平・上下方向の力を受けて単脚橋脚が倒壊

道央地区にも活断層のずれによる直下型地震が起こる可能性



阪神高速湾岸線西宮大橋



インタビュー

北海道道路管理技術センター専務理事

高橋陽一氏

1月17日未明に発生した兵庫県南部地震（阪神大震災）では、我が国の地震史上稀に見る被害規模となった。現地では復興に向かって遅く活動が始まったが、この地震で多くのライフライン、なかでも幹線交通機関の要である道路、鉄道の橋梁や構造物が壊滅的な打撃を受けた。本誌「建設大学講座」でおなじみ、橋梁基礎工学が専門の高橋陽一氏に今回の災害についてインタビューした。

水平加速度は関東大震災の約2倍

—— 今回の地震の特徴と規模を簡単にご説明下さい

高橋 先ず今回の地震の規模ですが、地震の持っているエネルギーを表わすM（マグニチュード）は7.2でした。過去の幾つかの例を見ま

すと、1923年関東大震災はM7.9、奥尻島を襲った1993年北海道南西沖地震はM7.8、1994年の奇しくも今回と同じ日にロサンゼルスで起きたノースリッジ地震はM6.8、1994年12月に起った三陸はるか沖地震

はM7.5 でしたので今回の地震の規模そのものは特に大きいものではないといえます。しかし、深さ約20キロという浅い所の活断層が互いに水平方向に移動して起きた地震であったこと、人口密集地の直下であったことが被害を大きくしました。また、この地震では日本で始めて地盤

の水平、鉛直両方向の加速度が測定されました。水平方向の加速度は場所によって大きく異なりますが、倒壊した高速道路高架橋の直近では地盤の水平加速度は833 ガル、上下動加速度の最大値は507 ガルが観測されました。関東大震災では水平加速度推定値が300~400 ガルであ

ったことに比べると2倍以上の規模でした。今回の地震がいかに予測を越えた大きなものであったことが分かります。被害状況を示す震度は、関東大震災の時代には最高震度が6（烈震）までしか設定されていなかったのですが、今回の地震に最高の7（激震）が始めて適用されました。

—— 日本の橋梁は大きな地震に対してどのような考慮をして設計されているのですか

高橋 橋梁基礎の設計は水平方向に自重の0.2倍の荷重を想定して設計しています。これは水平加速度約200ガルに相当します。この範囲以内では橋が崩壊することはないと

▼橋脚が連続して倒れている



言えます。ただし最近ではノースリッジ地震の被害を教訓にコンクリート橋脚の耐震設計基準を見直し、耐力の小さい橋脚の補強をしている最中でした。

—— その設計基準の見直しとはこれまでの設計方法と比べてどのような特徴があるのですか

高橋 地震時水平保有耐力の照

査を行うのですが、簡単に言うと地震時にコンクリート柱が破壊するまでの間にねばり強さを持たせるような設計をする方法、と言えるでしょう。これは最近特に決められた耐震設計指針によってチェックしております。

—— 今回の規模の地震が北海道にも起こる可能性がありますか。も

しあるとすれば被害の程度はどのように想定されますか

高橋 北海道にも活断層が南北に走っている所がありますので、これが浅い所でずれる運動をすると同じ規模の地震が起こる可能性があります。文献で見ますと札幌市の近くでは、約40キロ東南方の馬追丘陵の辺りに活断層が多いようです。しか

▼倒壊した阪神高速道路の橋脚



し1834年に石狩湾厚田村付近でM6.4の、また1942年には広島町付近でM3.9のいずれも直下型地震の記録があります。道央地域は要注意地域だと思います。北海道の住宅は屋根や壁が軽い構造ですので倒壊家屋は瓦屋根、壁土の古い住宅が多い阪神地方の3分の1程度と言う見方もあります。ただ、最近道内では屋根

に雪を溜めて置く形式の住宅が多くなりました。もし真冬に大地震に直面しますと、この形式の住宅は雪荷重による横方向力が高い位置に働らくこととなりますのでその場合のチェックが必要でしょう。

—— ロサンゼルスでのノースリッジ地震クラスの地震では日本の高速道路の橋梁は落橋することはないと

言われていましたが実際には幾つもの橋梁が壊滅的な被害を受けていますね

高橋 橋梁の被害を報道の画像などで見ますと、上部工がコンクリート桁部の単脚橋脚が大きな横方向力（水平力、モーメント）と激しい上下動加速度を受けて倒壊したようです。今回の地震では橋脚破壊の型



鉄道高架部の被害

は3つのパターンに分けられると思います。一つはコンクリート製単脚橋脚が上下動による座屈或いは横方向力によって破壊したもの、一つは上部工の桁が落下したもの、一つは門型ラーメン構造の隅角部が剪断破壊を起したものです。この内コンクリート製単脚橋脚の倒壊が鉄筋の段落し部が欠陥となって橋脚が折れたと言う見解がありますが、写真で見ると限り引張り側のコンクリートが全長で剥離していますので鉄筋の段落し部の欠陥ではないと思います。また橋脚がピルツ構造になっている

同じ高架橋で倒壊していないところは鋼桁が大半であるところから、自重による水平力が大きな要因であることは確かです。しかし鋼桁部も倒壊した所があるほか地震時落下防止用のボルト、鋼板が破断して落橋した所もあります。

—— 崩壊した阪神高速道路の高架部はピルツ構造と言うことですが、ピルツ構造とはどのような構造ですか。どうしてその部分だけが倒壊したのですか。

高橋 ピルツ (Pilz) はドイツ語で茸の意味です。これはコンクリー

トを主要材料とする橋脚と上部工が橋脚の上端で剛結、すなわち、一体化して丁度茸の茎と笠のような形をしているのでこの名前があります。崩壊部分は昭和46年に施工されています。これは当時新しいPSコンクリート応用の橋梁形式として話題になった工法ですが施工例は余り多くないようです。ピルツは構造上、コンクリート桁の定着部を頭上に乗せた形式ですので地震時に大きな横方向力と鉛直力が脚部に働きます。

—— 基礎が完全にダメになった

橋梁は少ないようですね。

高橋 基礎工が壊滅的に破壊した橋はあまりないようです。阪神高速の現場も基礎工には相当の配慮がなされています。

ここでは、橋脚一基当り径1m長

さ15mのベノト杭を16本ずつ支持層まで到達させております。この部分の基礎は当初言われたような液状化による変化はないようです。

—— 室蘭では現在白鳥大橋の建設が進んでおりますが、今回のような大地震に対して安全なのでしょう

高橋 兵庫県南部地震の震源地の直上では世界最大規模の吊橋「明石大橋」が建設中です。地震後詳細な調査が行われていますが、今の所大きな被害はないようです。吊橋は地震に対してしなやかに応答できる構造物ですので倒壊するような大被害はないと思います。むしろ心配なのは取り付け部の高架部です。埋め立て地盤の液状化による被害が心配です。

—— 建設技術者として地震に対する今後の課題は何ですか

高橋 ここでも平時から乱を忘れないと言う姿勢が大切です。社会基盤は災害時に機能が中断すると医療、消防活動から人間の心理面までその及ぼす影響ははかりしれないものがあります。ですから計画・調査・設計に当たっては最悪の条件を想定し、維持、事後対策までを検討しておくことが極めて大切です。今後も地震は忘れない内にやって来ます。日本の国土はどこかで何かの自然災害が起る可能性があると考えべきです。それに対して日頃から技術の研究開発、財政の両面から国民的合意があることが必要だと思います。

高橋 陽一 たかはし・よういち

昭和10年6月6日生まれ。北工学部卒。34年4月北海道開発局採用、57年局長官房開発調査官、61年道路計画課長、62年帯広開発建設部長、63年札幌開発建設部長、平成2年開発土木研究所長、3年北海道開発局退職、(財)北海道道路管理技術センター専務理事、北海道大学講師(非常勤)を勤める。

