

## 土木学会新潟県中越地震第2次調査団 調査報告

### (前段)

土木学会からの調査団であるので、「行政」あるいは「電力・鉄道などの施設管理主体」とは自ずと異なる視点が求められると考えた。

被害の顕著な構造物や地盤を順次発見し、特徴的な点を抽出することが調査の基本線である。しかしこれは上記の組織でも行うことであり、今回のように被災地の広がり比較的限られている場合、調査が重複してしまう恐れもある。そこで、個々の被害箇所を「点」でとらえるのと同時に、「線」としての変化、あるいは「面」としてのつながりでとらえる視点ももつよう意識した。

今回の地震が特徴的なのは、国内の被害地震としては前例が稀な、震源の浅さである。これは衆目の一致するところ。震源直近の加速度記録が飛びぬけて大きく、遠ざかると急速に減衰するという特徴も指摘されており、この点は調査の前提として認識されていた。ゆえに、被害の分布も、震源を中心に、擬似同心円的なコンターを描くことが出来るのか、それとも他の説明要因に支配されるのか、と考えてみた。

地震被害調査では「今回何が起こったのか」をレポートすべきであるが、土木学会に求められる知見としては、このような内陸の断層の運動による直下型の地震が、都市部で生じたときに何が起きかのシミュレーションであり、そのための材料も意識すべきであろうと思われた。

### (新幹線高架に沿っての調査)

長岡市中心部から、新幹線の脱線がみられたサイトまで、高架沿いに進行(南下)してみた。途中(写真\*1)のような電線柱根元のコンクリート剥落、橋脚ラーメン頭部のせん断クラック(写真\*2、補修中)あるいは4径間ラーメン間の吊桁部分での目地の被害などがみられたが、特筆すべき構造物被害というべきものはみられなかった。

途中国道17号線を高架が跨ぐ地点で、橋脚周辺地盤沈下によりが10cm程度の浮上りがみられた(写真\*3)が、構造物に変状はなかった。

ところが国道17号を越え、長岡市片田町・十日町・村松町のエリアに入ると、状況は一変する。電柱の傾斜、倒壊家屋の数が急増する。駅ホームが大被害を被ったJR上越線越後滝谷駅(写真\*4)もこの地区の南方である。また、その周辺の線路被害も、沖積低地上の盛土位置に集中していて、地盤条件の影響が一目瞭然であった。

越後滝谷駅の北東方700mほどの位置に、上越新幹線滝谷トンネルの出口があり、新幹線の脱線はそこで起こっている。橋脚の目視調査では、被害は若干のクラックや表面コンクリートの剥落程度で、加速度の割には軽微である(写真\*5)。一方トンネル出口から続く橋脚の周辺地盤を連続的に目視したところ、少なくとも24本の橋脚の間の地盤が、ことごとく液状化



写真\*1



写真\*2

し、振動中にはさながら「橋脚が沼に浮かぶ」状態となっていた様が見て取れた(写真\*6, \*7)。現地に行く前から液状化の発生の指摘は承知していたものの、通常の地震で見られる数十 cm から高々数 m の直径の、掘り鉢状の噴砂が点在する状況をイメージしていたため、被害への影響を過大にみることは疑問を感じていた。しかし現実に生じた液状化の規模は、想像をはるかに越えるものであった。主観的な印象を記述することを許していただければ、チクソトロピックな性質の強い表層地盤に対して、橋脚基礎系が強い振動によって「マドラー」となっかかり回し、全体を「沼」にしたのではないかとと思われる。この広範な液状化に伴う橋脚へのスプラッシュの高さは 1m に達する(写真\*8)。

(所感)

調査チームの一員として、この他にも山古志村村内、妙見堰をはじめとして、いろいろな箇所を調査し、また資料収集も行ったが、ポイントをしぼって所感を述べたい。

当初想定していた「被害が擬似同心円的なコンターで、震源から遠ざかるにつれ急速に減少する」というイメージは、かなり大幅な修正を余儀なくされた。

筆者が専門とする信頼性設計では、 $R$  (抵抗) -  $S$  (荷重効果) モデルをよく用いる。 $S$  は「攻める側」の影響力であり、 $R$  は守る側の能力である。 $R$  が  $S$  を下回ると被害が出る、という単純なモデルである。大域的には  $S$  (= 揺れの強さ、応答の大きさ) が「震源から遠ざかるにつれ急速に減少するコンター」をなしていることはまちがいない、そこに「浅い震源」の地震の特徴が出るはずなのであるが、それと比較して、個々の場所、個々の構造物の  $R$  のばらつきが大き過ぎて、(被害) ( $S - R$ ) のレベルでは  $S$  の側の地域分布がそれほど顕著には出てこない印象である。上に書いた「新幹線橋脚付近の液状化」は、ローカルな  $R$  のばらつきというよりは、 $S$  を拡大させる要因のばらつきと整理すべきかも知れないが、道路一つ挟んで、家屋や電柱の被害が顕著に異なる / 盛土と切土の被害差も歴然 / 雪対策で補強された家屋 (=  $R$  が大きい) は、結果的に、震源地にあっても地震にも強かった / などの事実がこれを物語る。

これらは、過去の他の地震の被害調査でも、指摘されてきたことである。これらに比して、「浅い震源の地



写真\*3



写真\*4



写真\*5



写真\*6

震被害の特徴の抽出」はぼやけてしまった感が否めない。「RとSのばらつきの大さの相対比較」という意味では、興味深い知見を与えているとは思われるが。

それから、構造設計論という意味からも一言。構造物の限界状態は終局と使用があり、さらに地震時には修復限界状態も追加される。地盤変状の影響を強く受けた場合を除いて、今回構造物で終局限界状態をみせたケースは極めて少ない。新幹線の脱線位置などでは、構造的には使用限界か、せいぜい軽度の修復限界状態に留まっている。しかし使用限界（=大きな応答加速度）であるはずの問題が、脱線という、一步間違えば多くの人命にかかわった事実は重い。構造屋の守備範囲が「入れ物が無事なら、中のことは知らないよ」で済むはずもない。かねがね土木学会において「使用限界状態を俯瞰的に眺めてまとめる」取組みが必要である（建築学会に比べて遅れがちである）と感じてきたが、ここに来て、さらにその感を深めている。

（文責・中央大学・佐藤尚次）



写真\*7



写真\*8