

# 2003年5月26日宮城県沖の地震の災害調査報告 -新幹線橋脚の被害と地盤特性-

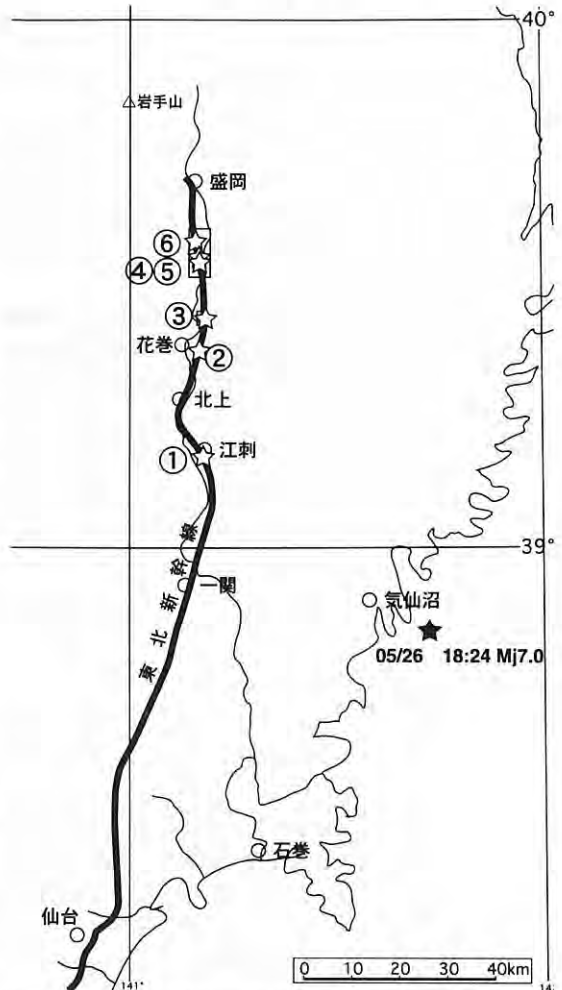
宮地 良典<sup>1)</sup>・木村 克己<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

2003年5月26日に発生した宮城県沖の地震(38°48.3' N 141°40.9' E, 深さ約71km, Mj 7.0:その後気象庁マグニチュードの算定法の変更に伴いM7.1と修正)において,プレート内地震が発生し,岩手県,宮城県を中心とした広い地域で震度6弱-5の揺れとなった。

東北地方の太平洋側では,過去に1894年の明治三陸地震(M8 1/2)や1978年の宮城県沖地震(M7.4),1994年の三陸はるか沖地震(M7.5)などの太平洋プレートの沈み込みによるプレート間地震が発生しており,このようなタイプの地震は近い将来高い確率で発生することを政府の地震調査推進本部が予測している。しかし,今回の地震はこのタイプの地震ではなく,海洋プレートのスラブ内で発生した地震であると言われている。このようなタイプの地震では1933年の三陸地震(M8.1)や1987年の岩手県北部の地震(M6.6)が知られている。特に1933年の三陸地震では津波により約3,000名の犠牲者を出した(宇佐見,1996)。

今回の地震の特徴は,防災科学技術研究所の強震観測施設であるK-net牡鹿観測点で水平最大加速度1,112ガル,同研究所の基盤強震観測網のKiK-net住田観測点で鉛直最大加速度値1,280ガルと極めて大きい,0.2-0.3秒程度の短周期成分が卓越するという特徴があり(地盤工学会,2003),大きな加速度があつたにもかかわらず全壊家屋は2軒と家屋の被害は極めて小さかつた。一方で,埋立て土壌の地すべり,斜面崩壊,落石,港湾施設や新幹線橋脚,RC中・低層建物の土木構造体が大きな被害を受けたという特徴があつた。また,この地震による液状化現象は震源に近い大船渡市などの港湾



第1図 2003年5月27日宮城県沖の地震の震源位置と新幹線橋脚の破損地点。

だけでなく,石巻平野も含む広域で発生したことが知られている。

今回,産総研地質調査総合センターの都市地質プロジェクトメンバーは,被害が広域にわたることか

1) 産総研 地球科学情報研究部門

キーワード:宮城県沖の地震,沖積地盤,東北新幹線橋脚,岩手県



第2図 ラーメン構造の橋脚と被災サイト(矢巾町北郡山において)。

ら、顕著な被害があったもののうち、比較的均質な構造物である新幹線橋脚に絞り、その被害の地理的分布と地盤特性の関係について調査を行った。

## 2. 地盤特性と被害の特徴

東北地方では概ね中央部に奥羽脊梁山地、太平洋側に北上・阿武隈山地が連なり、その間に南北に北上低地帯が延びる。北上・阿武隈山地は古生代から白亜紀の堆積岩類や深成岩類でできている。一方、奥羽脊梁山脈は主に新第三紀から第四紀の火山岩類の分布で特徴づけられ、北上低地帯を構成する第四紀の段丘堆積物と沖積層には、これらの火山灰を含む地層が厚く堆積している。

液状化被害は、三陸海岸の埋立地にある港湾施設だけでなく、石巻湾の港湾部や浜堤間低地でも発生したことが知られている。落石の被害は北上山地で発生した。一方で震源から離れた北上低地帯にある築館では軽石を多く含む火山灰で埋め立てられたところが大規模な地すべりをおこした(口絵1-1)。

一方、東北新幹線では、陸中江差-盛岡間において、陸中江刺(①)、花巻市新花巻駅南(②)、石鳥谷町猪鼻(③)、紫波町日詰(④、⑤)、矢巾町北郡山(⑥)の6カ所、計23本の橋脚についてコンクリートの強度上修理を必要とする破損被害が発生し、大規模な補修が実施された(第1図)。JR東日本は1995年の阪神大震災以降、首都圏と仙台周辺を中心に補強工事を進めてきたが、今回、被害を受けた陸中江差-盛岡間は補強工事区域外であ



第3図 「大」に区分した橋脚(日詰駅北側にて)。

った。なお、この被害サイト付近では木造家屋の構造的な被害は見られなかった。原因として今回の地震は短周期成分が卓越したことがあげられている(地盤工学会, 2003)。

## 3. 新幹線橋脚とその被害

今回、被害の地理的分布と地盤特性の違いを検討するため、橋脚被害のあった地点周辺の空中写真判読を行い、既存データと併せて地質・地形概略図を作成するとともに、新幹線橋脚の被害状況の現地調査を行った。新幹線橋脚の高架橋はいくつかの工法が採用されている。今回被害を受けたのはRCラーメン高架橋タイプのものであった(第2図)。これは長さ約60-70mの高架橋とそれを支える4-5対の角柱状の橋脚が一体化したもので、全体が一つの剛体構造物として挙動する。橋脚の被害は、ラーメン構造の端部にあたる4本の橋脚に集中している。そのためラーメン構造の端部の橋脚を中心にして、クラックの有無、クラックがある場合はその特徴を観察・記載した。クラックのタイプには剪断性と引張性のものがあり、主に姿勢により斜めに走る剪断性、水平ないし縦方向の引張性とに区分した。さらに、構造物の破壊に影響がある大きな剪断クラックについては、大きさにより、橋脚を斜めに横断する規模であるものを「大」(第3図)、横断はしないが割れ目の延長が60cm程度ものを「中」、長さが20-30cm程度のものを「小」、それ以



第4図 「特大」とした鋼板巻き補修後の橋脚。

下の小さな割れ目を「微小」との4段階に区分した。「大」と「中」のクラックは直線的なものが多く、「微小」のものはジグザグ状をなすことが多い。また、コンクリートが剥がれ落ち鋼板による胴巻き修理を要したものは、直接割れ目の観察をしていないこともあり「特大」として一括した。その他、記載にあたって橋脚の角柱の太さ、高さなどを記録した。橋脚をなす角柱の一边の長さは一般にその区間の高さ4m以上の橋脚が続くところでは105cm、高さ0-3mのところでは80cmと、橋脚の高さによって5cm単位程で太さが異なっている。

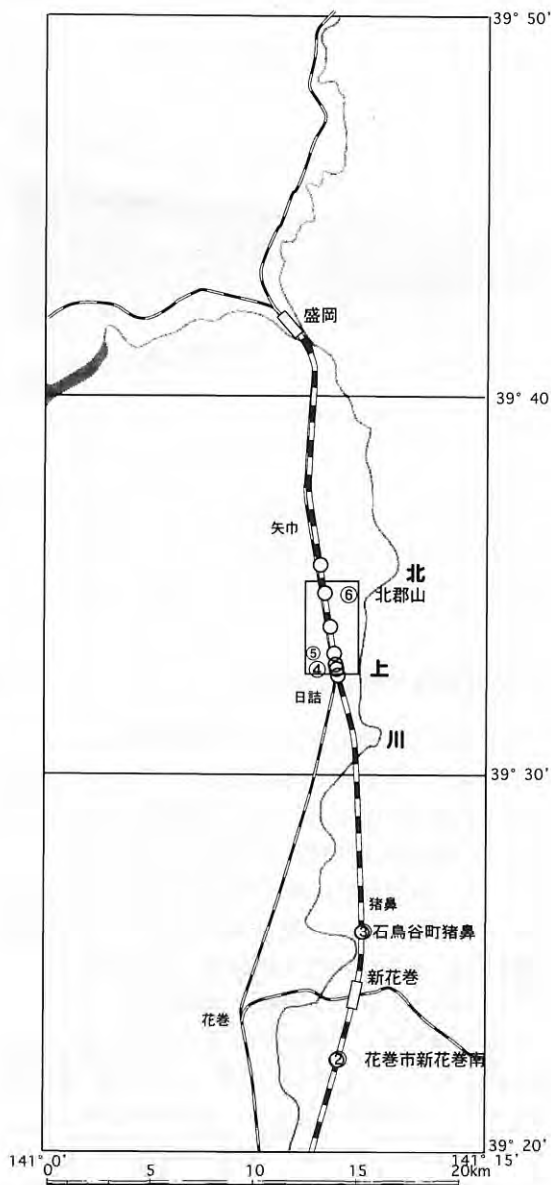
#### 4. 緊急調査の結果

これらの橋脚のうち今回クラックが認められたのはほとんどが太さ80-85cmの角柱であった。

角柱は東西南北の4面からなるが、そのうち剪断性クラックのほとんどが角柱の東と西面に形成されている。また、角柱の周囲の地面はその東と西面に沿って開口しているところが見られる(口絵1-4)。これらから剪断クラックは新幹線の線路の延長方向に直交する東西方向の横揺れによって発生したものと考えられる。

今回特に剪断クラックの発達度とその地理的分布に着目した。今回調査を実施した花巻市-矢巾町の間で、JRの報告にある5カ所を含めて9カ所(全87本)で中程度以上の剪断クラックの発達が認められた(第5図)。これらのうち半数以上が段丘面上を削り込む旧河道周辺に集中している。これらの内、日詰周辺の被害状況を第6図にまとめる。

被災した橋脚に被害の大きさに応じて大きさの

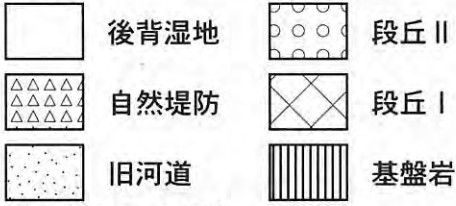


第5図 花巻-盛岡間で新幹線橋脚に「大」以上の被害が見られた地点。○が被災地点。②-⑥はJR発表の「特大」被害の見られた地点。

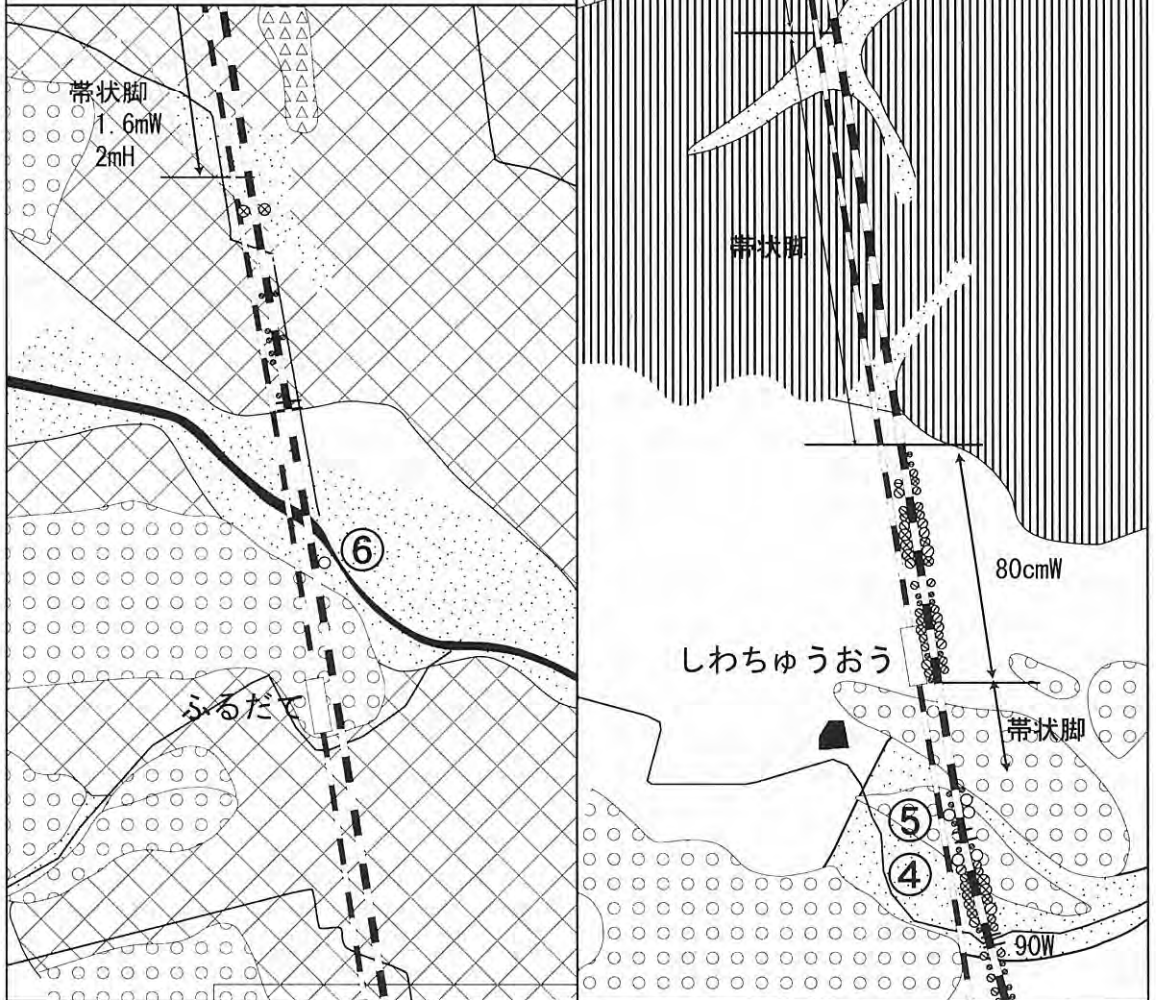
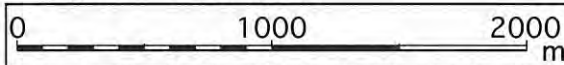
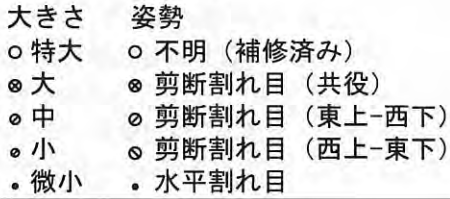
違う○印を、その姿勢により○の中に記号をした。剪断割れ目は、共役形の割れ目のあるものに×印を、斜めが卓越するものについては斜線を入れた。斜線は、東上から西下への割れ目の見られる橋脚には右上から左下へ、西上から東下への割れ目には左上から右下への斜線とした。

地形分類は、空中写真を判読するとともに、岩手県企画開発室(1975)及び日本国有鉄道盛岡工事

地形分類



橋脚の割れ目の分類



第6図 日詰-矢巾での新幹線橋脚被災状況(地形分類は国土地理院の空中写真を基に作成した。2mHは橋脚の高さ、80cmWなどは橋脚の脚柱の太さを示す)。

局(1981)を参考にし、洪積層、段丘I、段丘II、旧河道、自然堤防及び後背湿地に区分した。

紫波中央駅の北側にはロームを含む洪積層の台地が分布している(第6図)。この周辺では高架橋は高さが低く橋脚も角柱ではなく太い帯状のものや台地上に橋脚無しに直接設置されている。このような場所では橋脚に被害は見られない。一方、古館駅の北側では段丘面を削る小さな旧河道が見られる。段丘面上では橋脚の高さは比較的lowく2m以下であるが、旧河道あるいは小さな河川の部分では地形的に低くなっているため、橋脚が2mを超える高さになることがある。この低地帯ではラーメン構造の端部だけでなくすべての橋脚に剪断クラックが発達している。紫波中央駅の南でも同様に旧河道で橋脚の被害が大きくなっている。

以上の地点で見られるように、旧河道あるいは小さな河川付近の橋脚地点で中～大レベルの剪断クラックが発達し、そこから離れるにしたがって小から微小へと小さくなる傾向が認められる。

そのほか、新幹線が沖積低地を横断する日詰駅北方では、空中写真では河道は認められないものの、低地の中程で橋脚の剪断クラックの規模が大きく周辺部へ小さくなる傾向が認められる(第6図)。沖積低地下に旧河道にあたる地形が伏在している可能性があるだろう。

一方、水路や道路を横断するところでは耐震性の強い帯状の橋脚を使用しているために、橋脚に被害は認められない。その場合でも帯状の橋脚に隣接する幅80cm程の角柱仕様の橋脚に大きな剪断クラックが認められることがある。

旧河道などでは一般に軟らかい砂泥で埋積されており、地震の揺れが増幅されることが知られている。③の石鳥谷周辺(第5図)では、常時微動の観測がなされ、被災地点周辺では0.15-0.2秒に波形のピークがあるのに対し、被災地点では0.38秒にピークが認められることから、被災地点では軟弱地盤が厚くなっていることが推定されている(地盤工学会, 2003)。旧河道や沖積層の厚さが被害に強く関係していることを裏付けている。

一方、日本国有鉄道盛岡工事局(1981)によると、日詰駅周辺や猪鼻周辺の断面図では、沖積層基底が起伏していることが想定されており、このよう

なところにも被害が見られる。地盤構造の不整形性と被害との関係については地下地質をさらに詳細に調査する必要がある。

## 5. おわりに

緊急調査の結果、今回の宮城県沖の地震では、岩手県盛岡市から宮城県仙台市にわたる広域で被害が発生した。これらは一部の木造家屋に被害を与えたが、今回の地震では新幹線橋脚のような剛体の構造物に被害が集中したという特徴を持つ。これは今回の地震の地震波では短周期成分が卓越していたこと、さらに旧河道を埋積した厚い軟弱層の分布や地盤の形状が変化する地点で選択的に新幹線橋脚が被害を受けたと考えられる。

旧河道や軟弱地盤が厚いところで地震による被害が大きくなることはこれまで指摘されているが、今回の調査によっても地震被害と地盤との関係が明らかにされた。今後地盤特性の詳細な調査検討により、地震災害の軽減に役立つものと考えている。

なお、この調査にあたり岩手県総合防災室をはじめ矢巾町、紫波町、石鳥谷町、花巻市の各役場の方々には、ご多忙中にもかかわらず被災地の情報を提供していただきました。岩手大学の越谷信助教授には被害状況を教えていただき、現地調査にあたって協力していただきました。ここに厚く御礼申し上げます。

最後に今回の地震により被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

## 文 献

- 岩手県企画開発室(1975): 1/50000日誌、北上山系開発地域土地分類基本調査。36p.  
 宇佐見龍夫(1996): 新編 日本被害地震総覧[増補改訂版416-1995]、東京大学出版会、493p.  
 日本国有鉄道盛岡工事局(1981): 東北新幹線(有壁・盛岡間)地質図。135p.  
 地盤工学会(2003): 2003年三陸南地震・宮城県北部地震災害調査報告書。141p.

Miyachi Yoshinori and Kimura Katsumi (2003): Research report on the disaster of the Earthquake off Miyagi Pref. on May 26th 2003 - the relations between the damage site of the bridge pier of the Shinkansen railway and the ground property.

<受付: 2003年8月20日>