

I. 調査概要

(1) 調査団メンバー

- 幸左 賢二 九州工業大学 教授
- 宮島 昌克 金沢大学 教授
- 廣岡 明彦 九州工業大学 准教授
- 竹田 周平 福井工業大学 講師

(2) 調査行程

今回の調査では2011年3月16日～3月21日（5泊6日）の行程で調査を実施した。図-1に調査を実施した被災地の全体位置図を示す。図中に示す□で囲まれた範囲は主な調査地域であり、古川駅及び志田橋以外は海岸線に位置している。なお、本調査では仙台市及びその近郊の都市で宿泊が困難であったことから、山形県天童市に滞在した。調査行程とその概要を以下に示す。

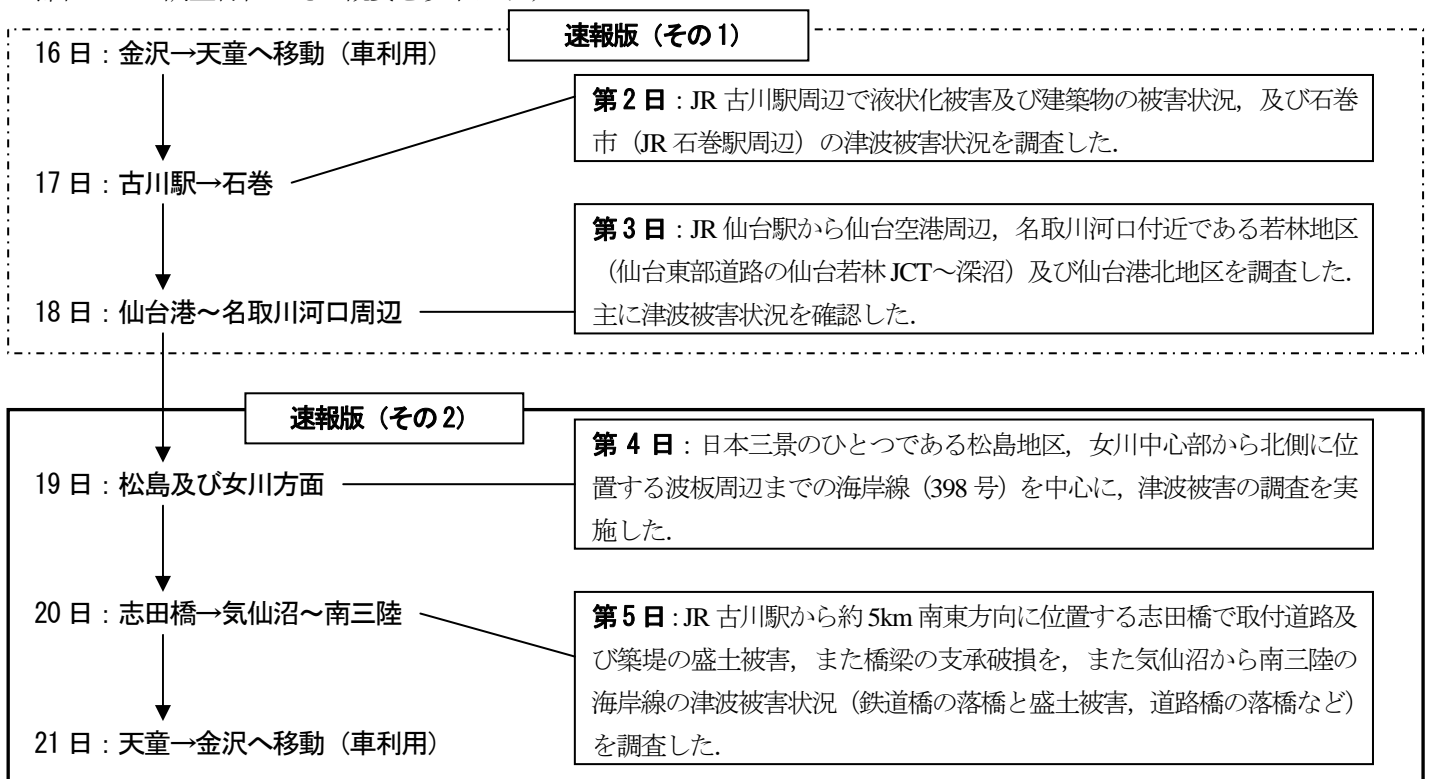


図-1 調査対象地区の全体位置図

IV. 調査第4日 (3月19日)

1. 行程：天童－仙台－女川－崎山展望－仙台－天童

図-4 に第4日目に調査を行った走行ルート（赤線）と調査位置（写真撮影箇所）の一覧を示す。写真23～26は女川町の中心部、写真-27～30は御前浜周辺の国道398号、また写真-31, 32は崎山展望公園である。



図-4 第4日目の走行ルートと調査位置

2. 女川町被害状況（マリナル女川周辺）

天童－仙台間は前日と同様にバスで移動し、8時30分頃に仙台駅に到着した。仙台駅前でタクシーに乗り換えて、女川方面に移動した。女川町は宮城県牡鹿半島の基部（仙台から約60km）に位置している。女川町に到着後、町立病院の駐車場から女川町全体の被害状況を確認した。写真-23は港側から病院側を撮影したものであるが、この町立病院は4～5階建てのビル相当の高さに建設されている。写真-24, 25はこの病院駐車場から撮影した町全体の津波被害状況を示したものであるが、多くの木造住宅は津波により倒壊・流出している。また、鉄筋コンクリートや鉄骨構造のビルは津波により被災しているが、特に写真-26に示す鉄筋コンクリート製のビルは津波により転倒したと考えられるが、この被害より女川を襲来した津波波力は極めて大きいことを示している。なおこの地区の鉄筋コンクリート製のビルの開口部（窓）とその周辺の壁を確認したが、せん断クラックが発生していないため、地震動により損傷した可能性は低いものを想定される。



写真-23 港側から望む町立病院



写真-24 町立病院側から女川町を望む(1)



写真-25 町立病院側から女川町を望む(2)



写真-26 津波により転倒したビル

3. 御前浜周辺の国道 398 号の被害状況

女川町から国道 398 号を北上し、御前湾に位置する御前浜とその周辺の津波被害状況を確認した。写真-27 に津波により洗掘された盛土部、写真-28, 29 に歩道の鉄筋コンクリート構造物（橋梁形式）の被害状況を示す。現地の住民からの情報によると、写真-27 に示す道路盛土は、津波で越流した後に引き波によって洗掘された様であり、現地調査時は応急復旧により車両の通行が可能となっていた。また写真-28, 29 に示す橋梁形式の歩道構造物は、プレキャスト製の上部構造であり津波により流出していた。写真-30 に下部構造の橋座付近を示すが、アンカーボルトにはせん断や曲げによる変形を受けた痕跡を確認することができないため、津波の揚力により浮き上がり、その後流出したものと想定される。



写真-27 津波により洗掘した道路盛土（応急復旧後）



写真-28 被災した歩道構造物（1）



写真-29 被災した歩道構造物（2）



写真-30 下部構造の橋座付近

4. 崎山展望公園の被害状況

御前浜周辺から女川町中心部に戻る途中に位置する崎山展望公園の被災状況を確認した。写真-31, 32 に公園部の地盤被害の様子を示す。この被害は本震もしくはその直後に発生した規模が大きい余震による地震動で被災したものを考えられるが、地表面に大きなテンションクラックが認められた。また写真-32 の中央にある外灯のような施設は、塔の先端が海側（写真の左側）に大きく傾いていることが認められるように、この公園では比較的大きな地盤滑りが発生した。この国道 398 号では路面に亀裂が発生している箇所がいくつか確認されている。



写真-31 崎山展望公園の地盤被害(1)



写真-32 崎山展望公園の地盤被害(2)

V. 調査第5日 (3月20日)

1. 行程：天童－仙台－志田橋－気仙沼－陸前小泉－歌津－南三陸－仙台－天童

図-5 に第5日目に調査を行った走行ルート（赤線）と調査位置（写真撮影箇所）の一覧を示す。写真33～36は志田橋で内陸部であり、これ以外の写真-37, 38は気仙沼中心部を、また写真-39～48は愛宕神社から南三陸町までの海岸線付近の被災地である。



図-5 第5日目の走行ルートと調査位置

2. 志田橋と盛土の地盤被害

天童－仙台間はこれまでと同様にバスで移動し、8時30分頃に仙台駅に到着した。仙台駅前でタクシーに乗り換えて、気仙沼方面に向けて移動した。JR古川駅から約5km程度、大郷町方面に位置する志田橋（写真-33）では、写真-34に示す様に右岸側の堤防と道路盛土に大きな被害が発生している。また写真-35に示す橋台の鋼製支承はアンカーボルトのせん断破損などの被害が発生し、約30cmの相対残留変位が確認できる。なお写真-36は橋脚基部の様子を示しているが、曲げひび割れが確認できる程度であり軽微な損傷であった。初日の調査で車両からの走行調査で確認した程度であるが、この志田橋の北側約3kmの北浦地区の住宅も倒壊が何棟か確認されていること、堤防の盛土の滑りを踏まえるとこの周辺の地盤が軟弱であることが影響している可能性が高い。



写真-33 志田橋の様子



写真-34 志田橋周辺の堤防と道路盛土被害



写真-35 橋台の支承損傷状況



写真-36 橋脚基部の様子

3. 気仙沼市街地と港部の被害

気仙沼へは、JR 大船渡線と平行に位置する国道 284 号を經由して移動した。気仙沼では、港内にある船舶に火災の痕跡が確認された。また今回調査を行った別の地域よりも流出した住宅の木材などの処理が早く実施されたように感じた。写真-37 に漁港に近接する気仙沼市街地の様子を示すが、木造住宅や店舗は津波により損傷を受けて多くは流出しているが、奥側にあるような鉄筋コンクリートや石積造には大きな被害は認められない。なお石積造の建築物はその他の場所にもいくつか確認されたが、外部からは大きな損傷が確認出来なかった。また写真-38 に津波の痕跡を示すが、漁港周辺では基礎面（地盤面）からの津波痕跡高さは概ね $h=2.0\text{m}\sim 2.5\text{m}$ 程度であった。



写真-37 気仙沼市街地の様子



写真-38 津波の痕跡高（気仙沼市内）



写真-39 愛宕神社付近の鉄道橋の被害 (1)



写真-40 愛宕神社付近の鉄道橋の被害 (2)



写真-41 小泉地区の橋梁等（国道・鉄道）の被害状況



写真-42 小泉地区の海岸線付近の被害状況

4. 愛宕神社付近と陸前小泉の被害

気仙沼から南側に約 12km の位置に愛宕神社があるが、その神社の海岸線側に JR 気仙沼線の路線がある。写真-39、40 はその路線の鉄道橋（RC 桁）の被害状況を示しているが、3 径間中のすべての上部構造と 3 つの橋脚が津波により被害を受けた。上部構造は津波により流出し橋梁の山側（愛宕神社側）に、また橋脚は引き波の影響を受けたのか海岸線付近まで流出していた。また軌道（レール）は大きく愛宕神社側に曲がっていた。

愛宕神社付近からさらに南側に位置する陸前小泉地区でも、津波により大きな被害を受けている。写真-41、42 はその小泉地区にある国道橋（小泉大橋）と気仙沼線の橋梁の被害と、海岸線付近の被害状況を示す。写真-41 に示す様に、波線で囲まれた①は鉄道橋の上部構造が落橋した。また桁の路面には多くの漂流物が残った状態になっており、このことから津波の高さは鉄道橋を越波する高さであったことが推測できる。写真-42 は海岸線付近を撮影したものであるが、奥に確認できる鉄筋コンクリート製ビルは流出を免れたようだが、周辺の地盤は大きく洗掘されており、2004 年のスマトラ島での大規模な洗掘の被害状況と類似している。

5. 歌津地区の被害

陸前小泉地区から南側に約 5km の位置にある歌津地区も甚大な被害が発生している。写真-43 は歌津地区の海岸線付近に位置する国道 45 号の橋梁であるが、多くのスパンで落橋が確認された。この橋梁は耐震補強工事が行われていたため、橋脚柱部は目視する限りでは大きな損傷は認められない。しかし橋座面に着目すると変位制限装置（鋼製）が確認できるが、津波が押し寄せてきた側は大きな変状はないものの、その反対側のみ変状が確認できる。さらに橋脚によっては橋座面にコンクリートの損傷が認められた。このことから、津波波力による水平力に加えてかなりの上揚力が発生し桁が面外方向に回転を伴いながら流出したと推測できる。写真-44 は写真-43 で示した橋梁から山側を望んだものであるが、鋼製桁で比較的桁下余裕がないこの橋梁は、津波により流出したような痕跡は認められなかった。



写真-43 歌津地区の落橋した橋梁（国道）



写真-44 歌津地区の被害状況

6. 南三陸町の被害

志津川湾の奥に位置する JR 志津川駅周辺（南三陸町の中心地）も甚大な被害が発生した。写真-45 は国道 45 号に架かる 3 径間の鋼橋であるが、その 3 径間のうち 1 径間のみ落橋した。この橋梁は上下線で分離された橋梁であり、海岸線側の 1 スパンのみ落橋した。その落橋した桁の様子を写真-46 に示す。なおこの橋梁は、桁下余裕がない橋梁である。今回の地震で比較的桁下高さが低い構造においては、高欄などの橋面にある施設は津波により破損しているものの、桁そのものが流出した被害、特にコンクリート構造の橋桁では比較的少ないように感じたが、この橋梁の様に鋼橋で落橋したことを踏まえると、桁の自重が津波被害に影響を及ぼす可能性があるかと推測できる。

また、この橋梁の右岸側は津波により大きな洗掘が発生しており、この被害により国道 45 号は地震発生から約 1 週間程度通行止めとなっていたが、鋼製（トラス形式）の仮橋により片側交互通行ではあるが車両の通行が可能となった。その仮橋の様子を写真-47 に示す。写真-48 は国道 45 号の仮橋側から上流側に位置する鉄道橋の被害を撮影したものであるが、これらの被害は、上部構造の落橋をはじめ取付盛土の洗掘など、同日に調査した愛宕神社近くに位置する被害（鉄道橋として類似した被害）と同様な傾向であることが認められる。



写真-45 南三陸町の落橋した国道橋 (1)



写真-46 南三陸町の落橋した国道橋 (2)



写真-47 国道 45 号の仮橋の様子



写真-48 気仙沼線の鉄道橋の被害

VI. 調査第 6 日 (3 月 21 日)

1. 行程：天童－山形市内－荒川胎内－JR 燕三条駅－金沢（東京経由→九州）

4 名（宮島・竹田・廣岡・幸左）は AM8 時 00 分に滞在した山形県天童市から、山形市内を通り国道 113 号・小国経由し新潟県の JR 燕三条駅に向かった。ここで、九州方面に向かう幸左及び廣岡は新幹線を利用して東京へ移動、その後飛行機を利用して羽田空港から九州方面へ、また金沢方面の宮島及び竹田は北陸自動車道を南下し、今回の震災調査を終えた。