

## 6. 道路橋

### 6.1 概要

地震後に道路管理者により行われた調査結果によると、道路橋に関する被害としては、能登島と能登半島を結ぶ能登島大橋（主要地方道七尾能登島公園線）、中能登農道橋（能登島広域農道）に損傷がみられた。能登島大橋については供用安全性確保のために石川県より通行止めが行われた。

平成19年3月26日に石川県より本省国道・防災課経由で被災調査の要請がなされ、翌3月27日現地調査を実施した。また、コンクリート上部構造の桁端部が一部損傷した国道470



図-6.1 調査箇所位置図

号（能越自動車穴水道路）此木高架橋については、現地にて北陸地方整備局より状況確認の依頼があり、調査を行った。さらに、盛土の崩壊等により多くの区間で通行止め措置がなされていた石川県道路公社管理の能登有料道路について、橋梁区間前後で大きな路面段差が生じた能登大橋、安津見高架橋について同公社と合同で被災状況の調査を実施した。

翌3月28日には北陸地方整備局、石川県の協力により自主調査を実施した。

3月28日現在、石川県の調査結果で、能登北部において、橋長15m以上の橋梁が112橋、段差、支承の損傷等の軽微な被害が15橋で確認されていた。表-6.1に調査箇所の概要を、図-6.1に調査した対象橋梁の位置を示す。

表-6.1 調査橋梁概要

	No.	橋梁名	路線名	橋長(m)	架設年次
3/27	(1)	能登島大橋	主要地方道 七尾能登島公園線	1050	昭和 57 年
	(2)	此木高架橋	国道 470 号 (能越自動車穴水道路)	270	平成 17 年
	(3)	能登大橋	能登有料道路	390	昭和 53 年
	(4)	安津見高架橋	能登有料道路	150	昭和 54 年
	(5)	中能登農道橋	能登島広域農道	450	平成 11 年
3/28	(6)	白瀉橋	国道 249 号	42	昭和 35 年
	(7)	高瀬橋	主要地方道 1 号 七尾輪島線	59.5	平成 11 年
	(8)	市ノ坂大橋	主要地方道 1 号 七尾輪島線	175.2	昭和 55 年
	(9)	上町高架橋	主要地方道 57 号 内浦柳田線	211.5	平成 9 年
	(10)	小伊勢橋	国道 249 号線	48	平成 11 年
	(11)	西の端橋	一般県道 265 号 鹿磯港道下線	(不明)	(不明)
	(12)	鹿磯橋	輪島市道	(不明)	平成 10 年
	(13)	(不明)	(農道と推定)	(不明)	(不明)

## 6.2 能登島地区

### 6.2.1 能登島大橋

本橋は、**図-6.2**～**図-6.4**に示すように、3径間連続のP C 箱桁有ヒンジラーメン橋とその前後の18径間のP C T単純桁橋（5主げた）からなる。

このうち、単純桁橋の橋脚P6、P7、及び、ラーメン橋と単純桁橋の掛け違い橋脚であるP10、ラーメン橋の中間橋脚であるP11の4基に比較的顕著な損傷がみられた。その他の橋脚にも基部にひび割れやコンクリートの剥落が見られたが、いずれも軽微であった。主な損傷の状況と調査結果は以下の通りである。

#### (1) P 6 橋脚

橋脚基部における曲げ損傷によるコンクリートのひびわれ、部分的なかぶりコンクリートの剥離、軸方向鉄筋のはらみだし3本を確認した。被害としては、耐力、変形性能ともにほとんど影響がない程度であり、応急復旧としては鉄筋が露出しているはらみだし部にモルタル等で断面補修を実施することが適当と判断された。



写真-6.1 能登島大橋（写真手前能登島）

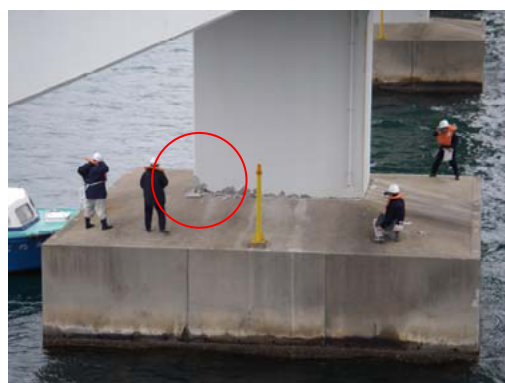


写真-6.2 P6橋脚の損傷状況（石川県撮影）



写真-6.3 P6橋脚基部の損傷状況  
（写真-6.2の○部拡大）



写真-6.4 橋脚基部の軸方向鉄筋のはらみだし状況

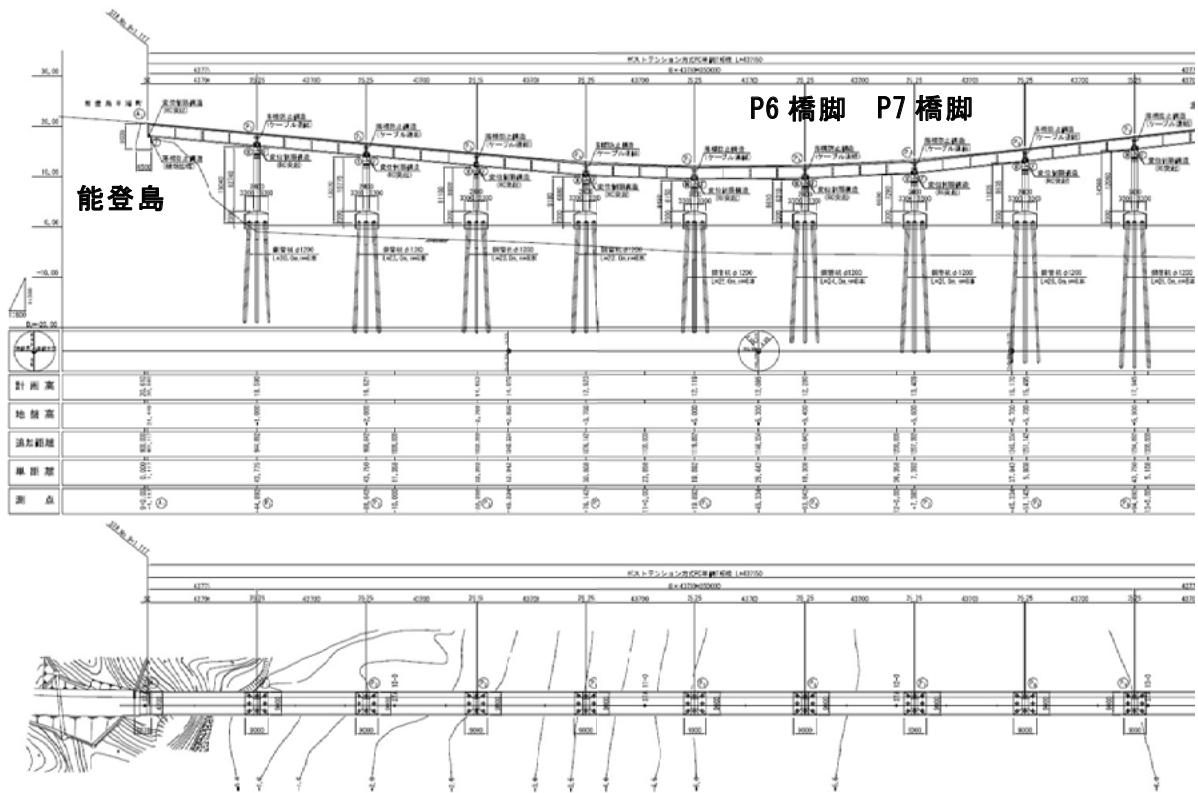


図-6.2 能登島大橋一般図（起点側）

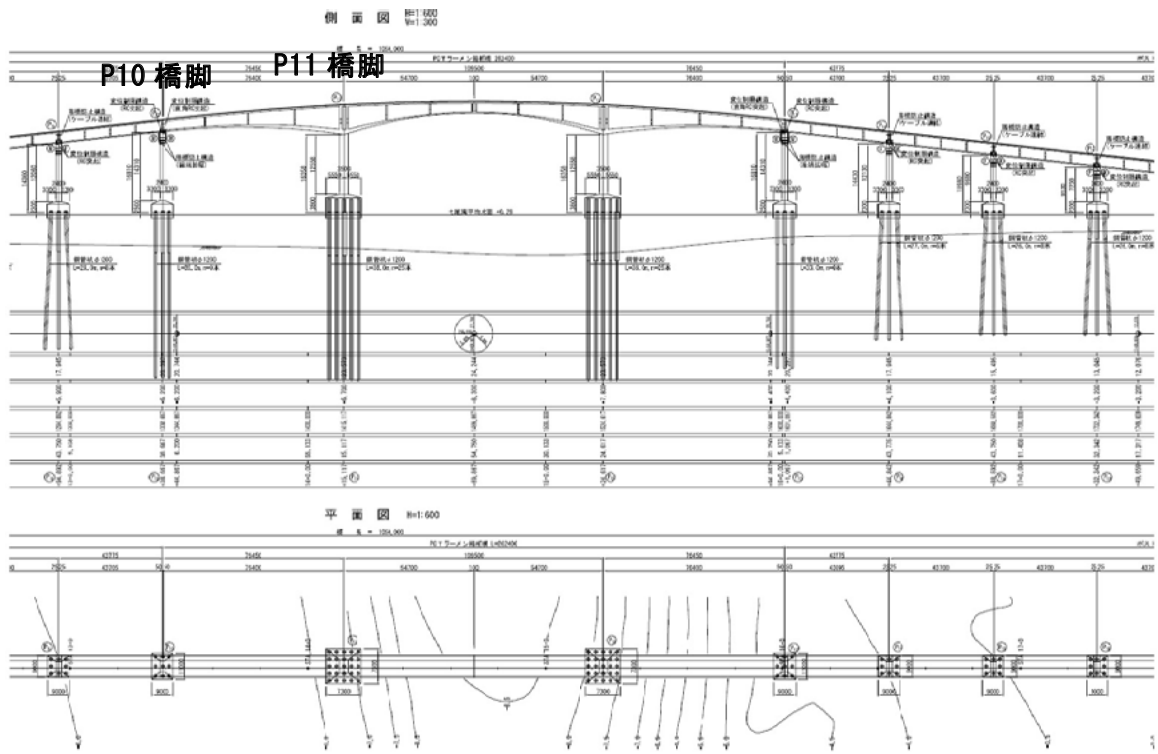


図-6.3 能登島大橋一般図（中央径間）



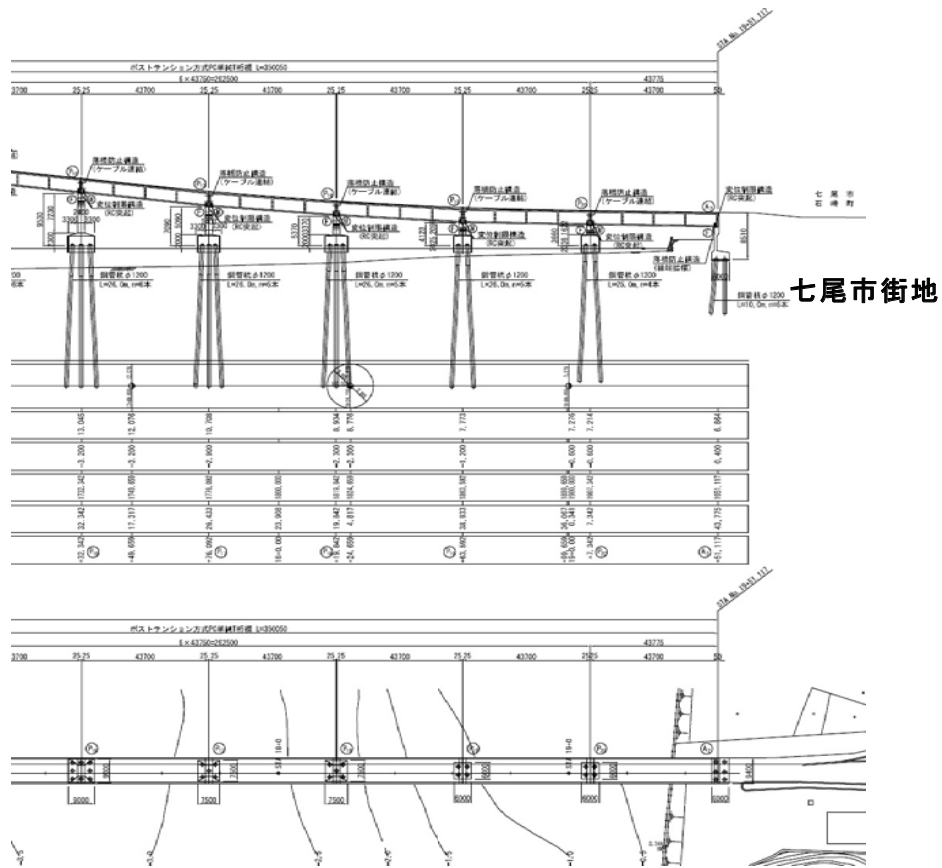


図-6.4 能登島大橋一般図（終点側）

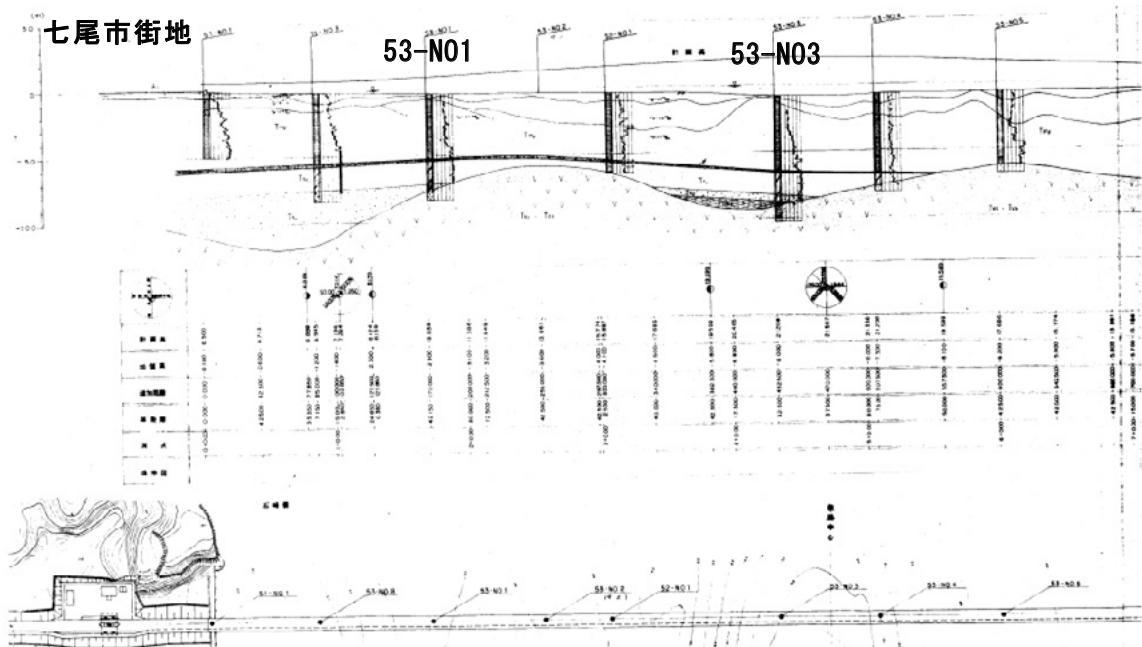


図-6.5 基礎地盤の分布



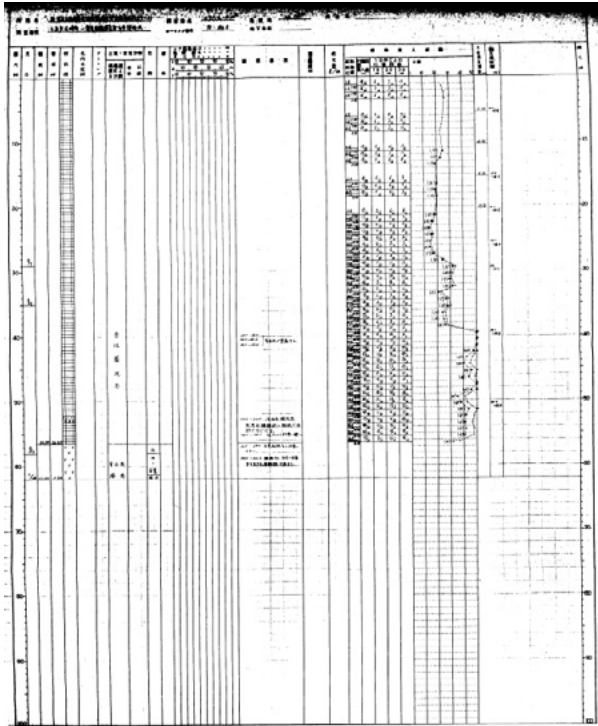


図-6.9 53N05 の柱状図

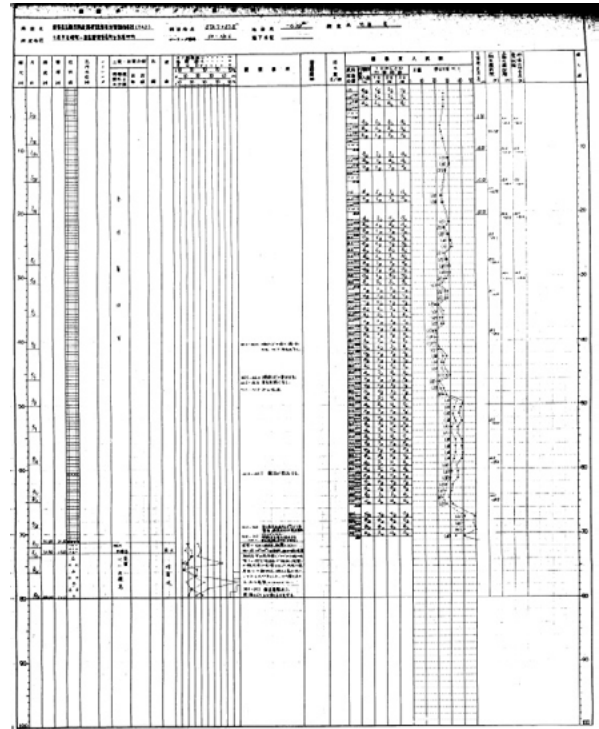


図-6.10 53N06 の柱状図

## (2) P7 橋脚

本橋では最も大きな損傷箇所であった。橋脚基部（写真-6.5）において曲げ損傷によるひびわれ、かぶりコンクリートの剥離があり、多くの軸方向鉄筋にはらみだしがみられ、橋軸方向面の軸方向鉄筋で1本、橋軸直角方向面で2本の破断が確認された（写真-6.6～写真-6.7、図-6.5）。また最下段の帯鉄筋の1本の破断が確認された。

本橋脚は、鉄筋の破断により曲げ耐力の低下はあるものの、軸方向鉄筋破断量は全体の5%程度と大きくないことから耐荷力の大きな低下はないものと判断された。また帯鉄筋の破断も1本のみと限定的であったため、これが残存耐荷力に及ぼす影響は限定的と考えられた。応急復旧としては、軸方向鉄筋がはらみだして、コンクリートが剥離しているの、橋脚としての剛性低下が懸念されることと、はらみだした鉄筋が余震等の影響で再度の引張りや曲げの繰り返し変形を受けると破断する可能性もあることから、モルタル等による断面補修が必要と判断された。

断面修復による応急復旧は、3月30日に完了し、4月2日には一般車両の供用が開始された。



写真-6.5 P7 橋脚損傷状況（石川県撮影）



写真-6.6 P7橋脚基部の損傷状況



写真-6.7 P7橋脚基部の損傷状況



写真-6.8 はつり作業完了後（石川県撮影）



写真-6.9 断面修復後（石川県撮影）

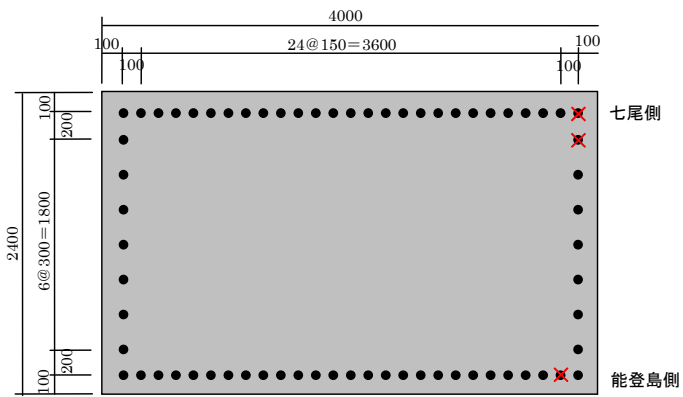


図-6.11 P7橋脚断面図（×は鉄筋破断箇所）



### (3) P10 橋脚

橋脚中間部段落とし部で曲げひびわれとせん断ひびわれ（可動橋脚で、橋軸直角方向の地震力による）が確認された。ひびわれの発生状況としては、典型的な段落とし部の損傷と判断された。被災度としては小被害程度<sup>1)</sup>と評価され、せん断耐力もほとんど低下していない程度と考えられる。したがって応急復旧として、樹脂注入等の実施が適当と判断された。これによりせん断耐力はほぼ初期段階と同程度を確保できるものと考えられた。



写真-6.10 P10橋脚のせん断ひびわれ  
(石川県撮影)



写真-6.11 P10橋脚側面のひび割れ  
(石川県撮影)

### (4) P11 橋脚

橋脚基部において小規模のかぶりコンクリートの剥落が確認された。被害としては、耐力、変形性能ともにほとんど影響がない程度であり、モルタル等で断面補修を実施することが適当と判断された。



写真-6.12 P11橋脚のコンクリート剥  
落箇所（石川県撮影）



写真-6.13 P11橋脚のコンクリート剥  
落箇所（石川県撮影）

#### (5) P7～P8間の桁

本橋では橋脚以外に単純桁の一径間（P7～P8間）で上部工の橋軸直角方向への変位が確認された。支承部の調査では両支承部で約4cm（P8橋脚上）、約1cm（P7橋脚上）の変位が確認された。（変位の数値はリング支承と下部構造天端間の変位。起点から終点に向かって左方向へ）。しかし、変位量も小さく、桁自体は下部構造天端、支承上で安定して支持されている状態であったので、構造安全性上問題はなく本変状に対して、供用安全性確保の観点からの応急復旧は特に必要はないと判断された。



写真-6.14 地覆の橋軸直角方向変位



写真-6.15 支承の変位 (P8橋脚)

以上より、能登島大橋については、調査時点で応急復旧としてP7基部の断面修復とP10へのひびわれ注入を実施することでほぼ被災前の耐荷力が得られるものと判断された。

### 6.2.2 中能登農道橋

能登島広域農道の中能登農道橋は、全長450mの3径間連続PC斜張橋で塔柱はコンクリートで斜ケーブルは2面14段となっている。遠望からの目視と車上からの外観調査のみであったが、斜ケーブルや塔柱など構造部分に変状はみられなかった。本橋の斜ケーブルではその多くの基部に制振装置が設置されていたが、それらにも損傷などの異常は見受けられなかった。

一方、斜張橋区間に連続した取り付け高架橋部と土工の境界では段差や高欄の損傷がみられた。盛土部の沈下や変形によるものと思われる。

なお、調査時点で段差部では路面の段差すりつけによる仮復旧が完了しており、片側交互通行によって一部車両の通行が確保されていた。



写真-6.16 高欄の損傷



写真-6.17 橋台背面部の応急処置



写真-6.18 車中から橋面を撮影

## 6.3 能登有料道路・能越自動車道

### 6.3.1 能登大橋及び安津見高架橋

能登有料道路では、能登大橋および安津見高架橋の調査を行った。安津見高架橋は過去に、アルカリ骨材反応の劣化損傷を受けたため、梁部の打ち換え及び柱部のPC巻立てによる補強がなされていたところである。両橋梁とも橋梁構造本体には大きな損傷は確認されなかった。確認された損傷は、伸縮装置部で遊間異常や地震によって移動量を超える変位があったものと推定される衝突痕であった。

一方、両橋とも、橋台背面の土砂の流出、盛土の変形によるものと考えられる橋梁前後の盛土区間での顕著なひびわれや陥没、橋梁路面との段差がみられた。段差は、地盤改良後、舗装工事がなされ4月25日に復旧工事が完了し、それを受け、4月27日に一般車両の供用が開始された。



写真-6.19 能登大橋A2(手前土工区間)



写真-6.20 橋台背面の段差



写真-6.21 舗装復旧後(石川県提供)





写真-6.22 能登大橋A1(手前構造物区間)



写真-6.23 橋台背面にできた空洞



写真-6.24 安津見高架橋(手前土工区間)



写真-6.25 左のウィング箇所の拡大



写真-6.26 安津見高架橋橋脚

### 6.3.2 此木高架橋

本橋は、4径間連続のPCラーメン橋（橋長194m）と3径間連続のPC中空床版橋（76m）からなる高架橋である。損傷は、P3（両橋の掛け違い部）上の上部工桁端部の片側高欄直下位置にコンクリートの剥離がみられた。損傷の状況より地震による両橋の桁端部同士の衝突が推定された。

なお、損傷範囲は限定的であり、PC鋼材の定着部など構造系への影響はないものと考えられ供用性に支障をきたすような耐荷力低下もないと判断された。



写真-6.27 此木高架橋損傷箇所



写真-6.28 左写真○の拡大写真

## 6. 4 その他の橋

### 6. 4. 1 白濁橋

単径間下路式トラス橋。固定側支承部の前面側に配置されたアンカーボルトの抜け出し（4cm程度）が見られたことから、両橋台は前面に若干移動したと考えられる。単径間の構造であり、橋梁の機能や安全性上、直ちに問題となることはないと判断された。橋台は、当初よりアースアンカーにより補修がなされていたことから、以前にも側方移動がみられたものと思われる。したがって、軟弱地盤上に橋台及び盛土の建設がなされていたと考えられ、今回の地震により移動量が増加したものと考えられる。



写真-6. 29 白濁橋全景



写真-6. 30 支承部アンカーボルト抜  
出状況

### 6. 4. 2 高瀬橋

2径間単純鈹桁橋。左側写真の奥側に位置する固定支承のサイドブロックが橋軸直角方向に変形した。しかし、ゴム支承本体の損傷はなく、橋梁の機能や安全性上直ちに問題となることはないと判断された。中間橋脚部直上の高欄継手部に移動の跡が、また、歩道部にも衝突の跡が見られた。以上より、地震による橋脚上で桁端部同士の衝突が生じたことが推定される。

橋台背面の沈下による路面の段差が生じたが、調査時点では段差部のすりつけによる復旧が完了しており、通行に問題のない状態となっていた。



写真-6.31 高瀬橋全景



写真-6.32 支承部サイドブロックの  
変形



### 6.4.3 市ノ坂大橋

本橋は、7径間単純鈹桁橋で橋脚躯体部分は、鋼板巻立てによる耐震補強、また、コンクリートのアルカリ骨材反応への対策として横梁部に表面塗装がされていた。

写真-6.33の奥から2基目及び4基目の橋脚横梁部のかぶりコンクリートが剥落し、鉄筋が露出した。しかし、その範囲は限定的でだり鉄筋に変状もないため、耐荷力は十分にあると考えられ、橋梁の機能や安全性上直ちに問題となることはないと判断された。また、3基目、5基目においては、横梁部にひび割れの発生を確認した。



写真-6.33 市ノ坂大橋全景



写真-6.34 橋脚のかぶりコンクリートの剥落



写真-6.35 写真-6.34の横梁部から落下したかぶりコンクリート

#### 6.4.4 上町高架橋

本橋は、7径間からなる連続プレテン桁、単径間単純桁であり、一部、曲線区間を含んでいる。曲線橋と背面土工直線部を結ぶ端部橋脚と橋台の間にすりつけの桁が配置されている区間で橋台と端部桁（単純桁）の壁高欄の衝突による損傷が生じた。桁の回転により端部桁曲線部外側で桁と高欄が接触したものと考えられる。橋梁構造本体に損傷はなく、橋梁の機能や安全性上直ちに問題となることはない判断された。



写真-6.36 上町高架橋全景



写真-6.37 橋台と端部桁



写真-6.38 橋台と端部桁壁高欄の衝突

#### 6.4.5 その他

小伊勢橋、西の端橋、鹿磯橋についても調査を行ったが、橋台部周辺に液状化の跡が見られ、周辺盛土の沈下が見られた。しかし、調査時点ではいずれの橋梁についても段差部では路面のすりつけによる復旧が完了しており、通行に支障はなかった。

鹿磯橋については、さらに、中間橋脚上の地覆にひび割れがあり、また、橋台パラペットにひび割れ、その背面で舗装の盛り上がりが見られた。液状化により地盤がゆるんだことにより、橋台が前面に若干移動した可能性がある。なお、これらの被害は、橋梁の機能や安全性上直ちに問題となることはないと判断された。この橋梁についても、段差部では路面の段差すりつけによる復旧が完了しており、通行に支障はなかった。

また、農道橋と思われる(13)橋は、斜角を有するパイルベント橋であり、桁の回転による変位が生じ、通行止めされていた。間詰め材である帯状のゴムに桁が設置されているだけで上下部構造が固定されていないこと、斜角を有すること、下部構造の剛性が小さいために変位が生じたと考えられた。



写真-6.39 小伊勢橋全景(橋台背面沈下)



写真-6.40 西の端橋全景(橋台背面沈下)



写真-6.41 鹿磯橋全景(橋台背面沈下)



写真-6.42 鹿磯橋(橋台部の損傷)



写真-6.43 (13) 橋全景



写真-6.44 (13) 橋(桁の回転による変位)

## 6.5 まとめ

調査を実施した道路橋の被災形態は、RC橋脚の損傷、支承の損傷、桁端部の損傷、背面盛土の沈下など、従来から比較的多く見られるタイプのものであった。損傷の程度としては、橋梁本体の損傷が原因で橋の機能や安全性に直ちに影響を及ぼすような大規模な被害は生じておらず長期間の通行止めを要する橋梁被害はなかった。通行止めが行われた能登島大橋についても応急復旧としてRC橋脚の損傷への断面補修とひびわれ注入を行うことでほぼ被災前の耐荷力が確保できるものと判断できた。橋長が比較的短く、端部が橋台に固定されると共に、壁式橋脚が用いられていた橋梁が多く、このような構造的な特徴が被害を限定的にしたものと考えられる。一部の高橋脚については、耐震補強工事もなされていたことが、被災度を軽微なものにとどめたことに寄与していると考えられる。

しかしながら、橋脚梁部の損傷や、斜橋において桁に大きな変位を生じたものも確認された。また、上町高架橋の壁高欄の損傷は、曲線橋特有の挙動が関係していると考えられた。今後、橋梁形式と被災度の要因分析を行う際に考慮すべき要因と考えられる。

市ノ坂大橋では、梁部の損傷によってかぶりコンクリートの剥落が生じており、このような現象についても検討が必要とされる。

中能登農道橋や能登有料道路では橋梁区間前後の土工部が沈下するなどによって路面段差を生じて通行に支障したものがいくつかみられた。特に能登有料道路の橋梁では路面段差が40cmを越えるものもあった。今回被災を受けた橋梁の裏込め部は、通常の土工部と同様の設計・施工がなされたものと考えられるが、昭和43年道路橋下部構造設計指針 橋台・橋脚の設計篇以来、現在の道路橋示方書に至るまで、橋台の背後の裏込めは特に良質で十分締固められる材料を用いることが規定され、特に慎重な配慮を求めている。したがって、今後、裏込め材料や裏込め形状、施工管理規定等具体的な仕様を策定することが必要と考えられる。また、平成8年道路橋示方書下部構造編からは、それまでの裏込めの品質に関する規定に加えて、地震時の変状に備え、踏掛版の設置が望ましいことが示されている。踏掛版の効果や基準化も視野に、背面盛土の条件による段差発生状況の相違などについて検討していくことが必要と考えられる。

## 参考文献

- 1) 日本道路協会：道路震災対策便覧（震災復旧編）、318p、2002