

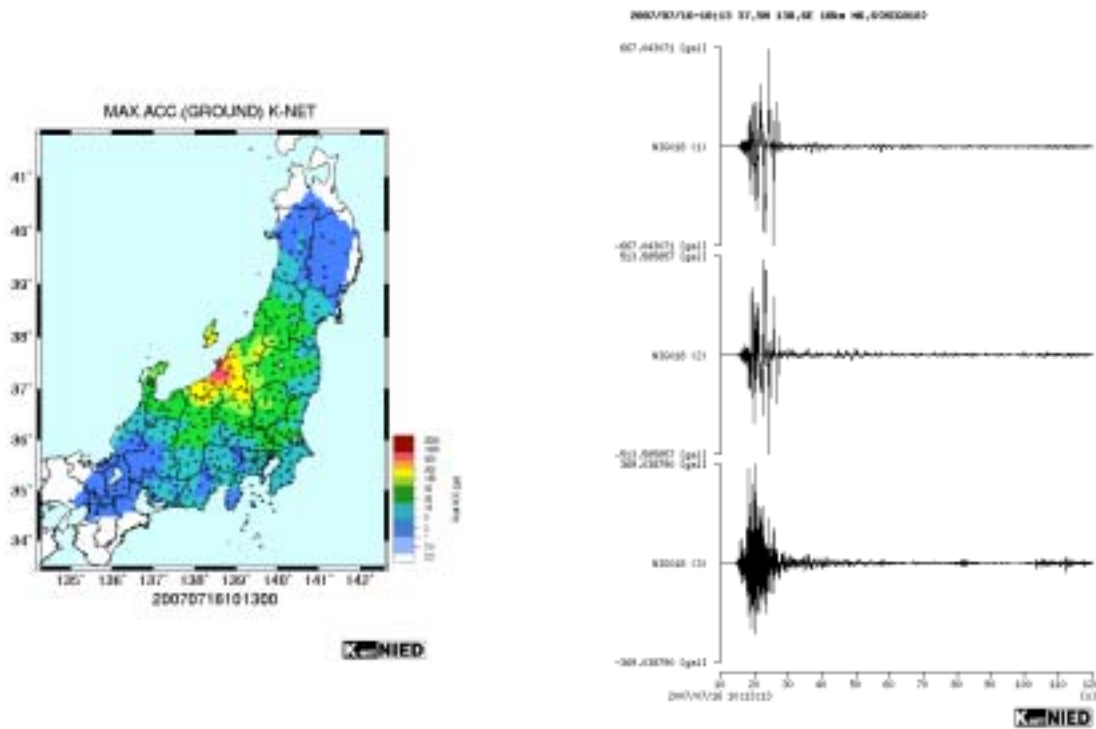
柏崎市鯖石川他に架かる 6 橋における
平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震
を受けた後のゴム支承の調査
報告書

ゴム支承協会技術委員会

平成 19 年 10 月 5 日

1. 概要

平成 19 年 7 月 16 日 10 時 13 分頃に、上中越沖を震源(深さ 17km, Mj6.8)とする地震が発生し、新潟県の柏崎市, 長岡市, 刈羽村, 長野県の飯綱町で震度 6 強を、新潟県の上越市, 小千谷市, 出雲崎市で震度 6 弱が観測されている。強地観測網である K-NET, KiK-net により記録された最大加速度は NIG018(K-NET 柏崎)観測点の 813gal(三成分合成値)であった。この地震は、気象庁により、平成 19 年(2007 年)新潟県中越沖地震と命名された。



ゴム支承協会技術委員会が、柏崎市の鯖石川沿いの 6 橋のゴム支承(地震時水平力分散型ゴム支承, 固定可動型ゴム支承)について、平成 19 年 8 月 28 日, 29 日の 2 日間現地調査を実施した内容について纏めたものである。

2. 鯖石川水系の橋梁用ゴム支承の調査

現地調査は、柏崎市の鯖石川, 別山川沿いの 6 橋のゴム支承についてゴム支承本体及び付属金具の外観, ゴム支承の残留ひずみを中心に行った。



今回の地震では落橋に至るような大きな構造被害はみられなかったが、橋台背面の地盤沈下や護岸の沈下などの変状が見受けられた。そのため、地盤沈下によると思われる橋台の前方移動によって、ゴム支承に水平方向に残留変形が残っていた。

鯖石川他に架かる6橋は比較的新しい設計による橋梁であり、設計法は兵庫県南部地震以降に改定された道路橋示方書に準拠した耐震設計法を適用している。そのため、鋼製支承を用いた橋はなかった。

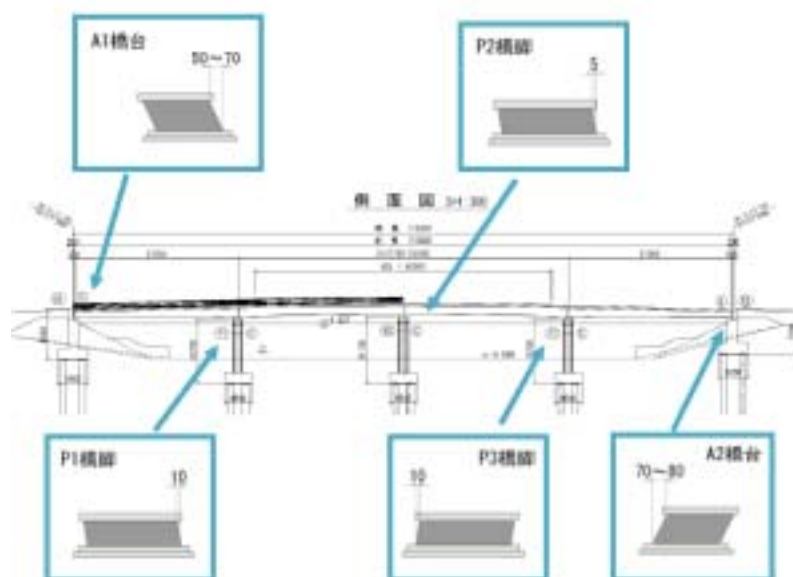
調査した6橋のうち、河口から3橋は地震時水平力反力分散型ゴム支承、3橋は中間1橋脚を固定とする固定・可動型ゴム支承である。

表-1 調査橋梁の竣工と支承条件

No.	橋名	竣工年月	支承条件	河川名
1	開運橋	平成13年8月	反力分散構造	鯖石川
2	なごみ橋	平成16年3月	反力分散構造	鯖石川
3	豊田橋	平成16年5月	反力分散構造	鯖石川
4	上原一の橋	平成17年3月	固定可動構造	鯖石川
5	上原二の橋	平成17年3月	固定可動構造	別山川
6	中割橋	平成18年11月	固定可動構造	別山川

2-1 開運橋

本橋は鋼4径間連続5主桁桁橋であり、両橋台および中間橋脚上に地震時水平力分散型ゴム支承(以後、反力分散支承と略す)が用いられている。橋台上はジョイントプロテクター付きの反力分散支承と鋼箱型の変位制限装置が設置されている。



開発技研(株)資料より

橋台背面の沈下により、橋台が前方(河川内)に押出され、A1橋台で70mm程度(約70%ひずみ)、A2橋台で80mm程度(約80%ひずみ)ゴム支承にせん断変形が残っている。

各ゴム支承の残留変形に伴う水平力の方向はA1~A2間で釣り合っている。

ゴム支承本体には亀裂や内部鋼板の変状などが見られず、外観上の異状は認められなかったが、橋軸直角方向の地震動により、サイドブロックの曲げ、同固定ボルトの破断が見られた。これは、本橋の場合、サイドブロックがレベル1まで抵抗するジョイントプロテクターとして設計されているためと思われる。

橋台部のゴム支承の残留ひずみが約70%~80%であるため、このまま放置するのはゴム支承の耐候性、耐久性、安全性の面でも好ましくないため、早急に残留ひずみを正常に戻す必要がある。ゴムに過大なひずみを持った状態で、特に低温時におけるオゾンを受けた場合、ゴム表面に亀裂が早く発生しやすいことが知られており、ゴム表面の劣化防止処置を施すのが良いと思われる。

表 2.1 開運橋のゴム支承変位量及び支承諸元

No.	橋 名	橋 脚				
		A1	P1	P2	P3	A2
1	開運橋	A1	P1	P2	P3	A2
	変形残(8/1別機関調査)	70	10	5	-10	-80
	8/29調査時	72				-51
	支承寸法 (mm)	370x420	520x570	520x570	520x570	370x420
	ゴム厚 te (mm)	98	80	80	80	98
	残留ひずみ	0.71	0.13	0.06	-0.13	-0.82
	面積 (mm ²)	140000	275000	275000	275000	140000
	弾性係数 G (N/mm ²)	0.8	1.2	1.2	1.2	0.8
	せん断剛性ks (kN/mm)	1.143	4.125	4.125	4.125	1.143
	水平力 (1支承当たり8/1変位による:kN)	80.01	41.25	20.625	-41.25	-91.44



写真 2.1 開運橋のゴム支承他

2-2 なごみ橋

本橋は鋼3径間連続5主鈎桁であり、両橋台および中間橋脚上に反力分散支承が用いられている。両橋台のみにジョイントプロテクター付き(サイドブロック)の反力分散支承が用いられているため、橋台は橋軸直角方向に拘束、中間橋脚は拘束されていない。

本橋も他の橋と同様、橋台の背面が河川側に沈下することによって、ゴム支承がせん断変形しており、A1で130mm程度(約140%ひずみ)、A2で150mm程度(約170%ひずみ)ゴム支承に残留変形がある。

エキスパンションジョイントの遊間は殆どなく、桁と橋台が追突している箇所が見られた。また、上部構造の中間対傾構の座屈や床版コンクリートのはく離など上部構造にも被害があった。

ゴム支承に関して、橋台部のゴム支承は常時の許容せん断ひずみ70%を大きく超える残留ひずみが残った状態であった。また、A2橋台G1のゴム支承表面に軽微(JIS K 6259 A-2, B-2)なクラックがあった。これは、ゴムに過大なひずみが与えられているための異状と思われる。このまま長期間この状態を保持した場合に、耐荷力やせん断性能、耐久性、耐候性に悪影響を与える懸念がある。

調査時点においては、1箇所にクラックが見られ、クラック発生の前兆らしきものがA1橋台上に1~2箇所あった。他のゴム支承表面に関して外観異状は認められなかった。

橋脚上のゴム支承はP1で70mm程度(約120%ひずみ)、P2で30mm程度(約50%ひずみ)と残留ひずみは少ないがP1では常時の許容ひずみを越えている。現状は両橋台と桁の接触により橋軸方向の移動が拘束された常態となっているが、パラペットを開放した場合にゴム支承の残留ひずみによる水平力のアンバランスが発生してA2橋台側に13mm程度移動する可能性がある。また、建直し作業手順によってはA2支承のせん断ひずみが200%越えることもあるため、ゴム支承の建直し作業時には、桁やゴム支承の移動を拘束する架設材やジャッキ等の配置、作業手順に十分注意する必要がある。また、ゴム支承の残留ひずみが大きいため、作業中に破断する可能性も考えられるため、桁の高さを保持する段差防止装置を設けるなどの安全対策が必要と思われる。

本橋のゴム支承における残留ひずみは常時の許容70%を越えており、過大なひずみ状態で紫外線やオゾンなどによりゴムの劣化現象が更に進む懸念があり、また、A1-G以外のゴム支承に関してもクラックが発生する可能性が高いと考えられる。そのため、ゴム表面の劣化防止対策とゴム支承の建直し作業を早急に行う必要があると思われる。

No.	橋名	橋脚			
		A1	P1	P2	A2
2	なごみ橋	A1	P1	P2	A2
	変形残(8/1別機関調査)	130	70	-30	-150
	8/29調査時	119	69	-29	-163
	支承寸法 (mm)	390x390	590x590	590x590	390x390
	ゴム厚 te (mm)	90	60	60	90
	残留ひずみ	1.44	1.17	-0.50	-1.67
	面積 (mm ²)	136900	324900	324900	136900
	弾性係数 G (N/mm ²)	1.0	1.0	1.0	1.0
	せん断剛性ks (kN/mm)	1.521	5.415	5.415	1.521
	水平力 (1支承当たり8/1変位による:kN)	197.7	379.1	-162.5	-228.2



伸縮装置と橋台背面の沈下



橋台背面の沈下と段差



床版コンクリートのはく離



対傾鋼の座屈



A1 ゴム支承変位 120mm 程度



橋脚上のゴム支承(側面)



橋脚上(正面)



A2 ゴム支承変位 160mm 程度



A2 パラペット付根部の破損



A2-G1, D面ゴムの変状



図 2.2 なごみ橋のゴム支承他