

地震直後における支承部の損傷度判定方法に関する研究

国立研究開発法人土木研究所 正会員 ○中尾 尚史 菅原 達也 大住 道生

1. はじめに 地震により道路橋が被害を受けた場合、通行の可否や応急復旧方法等を早期に判断する必要がある。支承部は過去の地震により数多く損傷しており、路面段差の発生等で橋の機能が喪失する被害を受けている。また、支承部は外観では大きな被害を受けていないように見えても、支承の性能が著しく低下している可能性があるため、点検により支承部の損傷度や通行の可否等を早期に判断することが求められる。さらに、地震直後における支承部の点検においては、支承部のどの箇所に着目して調査を行い、支承部の損傷箇所及び損傷度を明らかにして、損傷後における支承部の性能を診断する必要がある。そこで、本稿では、支承部の損傷度を判定する方法について検討した結果を報告する。

2. 支承部の損傷度判定方法 支承部の損傷度判定方法は、支承部の損傷状態から橋の供用性の評価基準と結びつけるように考える必要がある。そこで本研究は、道路橋支承便覧¹⁾に記載されている支承部に要求される性能を参考に表-1 に示した 8 つの機能のうち、荷重支持機能に着目し、以下の考え方で損傷度を判定した。

地震直後の橋の供用性の観点から、被災した支承部において最も重要となるのは、上部構造の死荷重を支持し、かつ路面段差が生じていない、すなわち鉛直下向き荷重伝達機能と鉛直方向の高さを保持する機能が保持されていることである。そのため、これら機能が喪失した場合は、損傷度を大とした。鉛直下向き荷重伝達機能と鉛直方向の高さを保持する機能が保持されているが水平方向の荷重伝達機能が喪失した場合、又は鉛直下向き荷重伝達機能と鉛直方向の高さを保持する機能が部分的にしか保持されていない場合は限定的な通行の確保のための応急復旧が求められる。そのため、これらの場合の損傷度は中とした。鉛直方向の高さを保持する機能及び鉛直と水平方向の荷重伝達機能が保持(水平方向の荷重伝達機能は部分的に機能保持も含む)されている場合は、損傷度は小とした。なお、回転方向の荷重伝達機能及び回転変位追従機能は、応急復旧により限定的な通行が確保されている期間等短期的な期間では、機能喪失による影響は小さいと考え、本研究における損傷度判定では考慮していない。なお、橋の性能については、支承の損傷度以外に上下部構造等の損傷度や復旧性も考慮して診断する必要があるが、本研究では検討していない。

前述した支承部の要求性能から、一例として被災した支承部の損傷度を推定した結果を表-2 に示す。事例1はセットボルトの破断により桁が支承から落下した損傷事例であり、全ての機能が喪失しているため、損傷度は大になる。事例2はサイドブロック取付ボルトの破断により上沓が下沓に乗っている損傷事例であり、鉛直下向き方向の荷重伝達機能は部分的な機能保持であり、鉛直方向の高さを保持する機能は喪失している。そのため、損傷度は大となる。事例3は1本ローラー支承のサイドブロック取付ボルトが破断しているが残留変位が生じていない事例であり、鉛直下向き荷重伝達機能や鉛直方向の高さを保持する機能は保持しているが、水平方向(橋軸直角方向)の荷重伝達機能は喪失している。したがって、損傷度は中になる。事例4は上沓ストッパーの破断により上沓等が可動範囲を大きく逸脱して橋軸方向に変位している事例であり、鉛直方向の高さを保持する機能は保持されているが、鉛直下向き荷重支持機能は部分的にしか機能保持されていない。したがって、損傷度は中になる。事例5は上沓ストッパーが破断したことで橋軸方向に変位しているが、可動範囲内で留まっている事例である。橋軸方向の荷重伝達機能は部分的な機能保持になるが、それ以外の機能については機能を保持しているため、損傷度は小になる。

検討した損傷度判定方法を用いて、2000年以降に発生した地震により被災した支承部の事例(83橋)²⁾について損傷度を判定した結果を図-1 に示す。ここでは著者らが別途調査した支承部の損傷傾向と路面段差量のデータ²⁾をキーワード 地震、支承、支承部の要求性能、供用性

表-1 支承に要求される性能

鉛直方向		荷重伝達機能(上向き)
		荷重伝達機能(下向き)
		鉛直方向の高さを保持する機能
水平方向	橋軸方向	荷重伝達機能 水平変位追従機能
	橋軸直角方向	荷重伝達機能 水平変位追従機能
回転方向		荷重伝達機能 回転変位追従機能

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (国研)土木研究所 構造物メンテナンス研究センター TEL029-879-6773

表-2 支承部の性能を基に損傷度を評価した場合の一例

		事例1	事例2	事例3	事例4	事例5		
損傷事例	損傷写真							
	支承形式	ピン支承	BP支承(可動沓)	1本ローラー支承	BP支承(可動沓)	BP支承(固定沓)		
	損傷箇所	セットボルトの破断	サイドブロック取付ボルトの破断	サイドブロック取付ボルトの破断	上沓ストッパーの破断	上沓ストッパーの破断		
	損傷後の状態	桁が落下した状態	上沓が下沓に乗った状態	残留変位はほぼ見られない	可動範囲を大きく逸脱した橋軸方向の変位	可動範囲を大きく逸脱しない橋軸方向の変位		
支承の性能	鉛直方向	荷重伝達機能(上向き)	機能喪失	機能喪失	機能喪失	部分的に機能保持	機能保持	
		荷重伝達機能(下向き)	機能喪失	部分的に機能保持	機能保持	部分的に機能保持	機能保持	
		鉛直方向の高さを保持する機能	機能喪失	機能喪失	機能保持	機能保持	機能保持	
	水平方向	橋軸方向	荷重伝達機能	機能喪失	機能喪失	—	—	部分的に機能保持
			水平変位追随機能	機能喪失	機能喪失	機能保持	部分的に機能保持	機能保持
		橋軸直角方向	荷重伝達機能	機能喪失	機能喪失	機能喪失	機能保持	機能保持
			水平変位追随機能	機能喪失	機能喪失	—	—	—
	回転方向	荷重伝達機能	機能喪失	機能喪失	—	機能喪失	機能保持	
		回転変位追随機能	機能喪失	機能喪失	機能保持	機能喪失	機能保持	
	損傷度		大	大	中	中	小	

「—」は該当しない

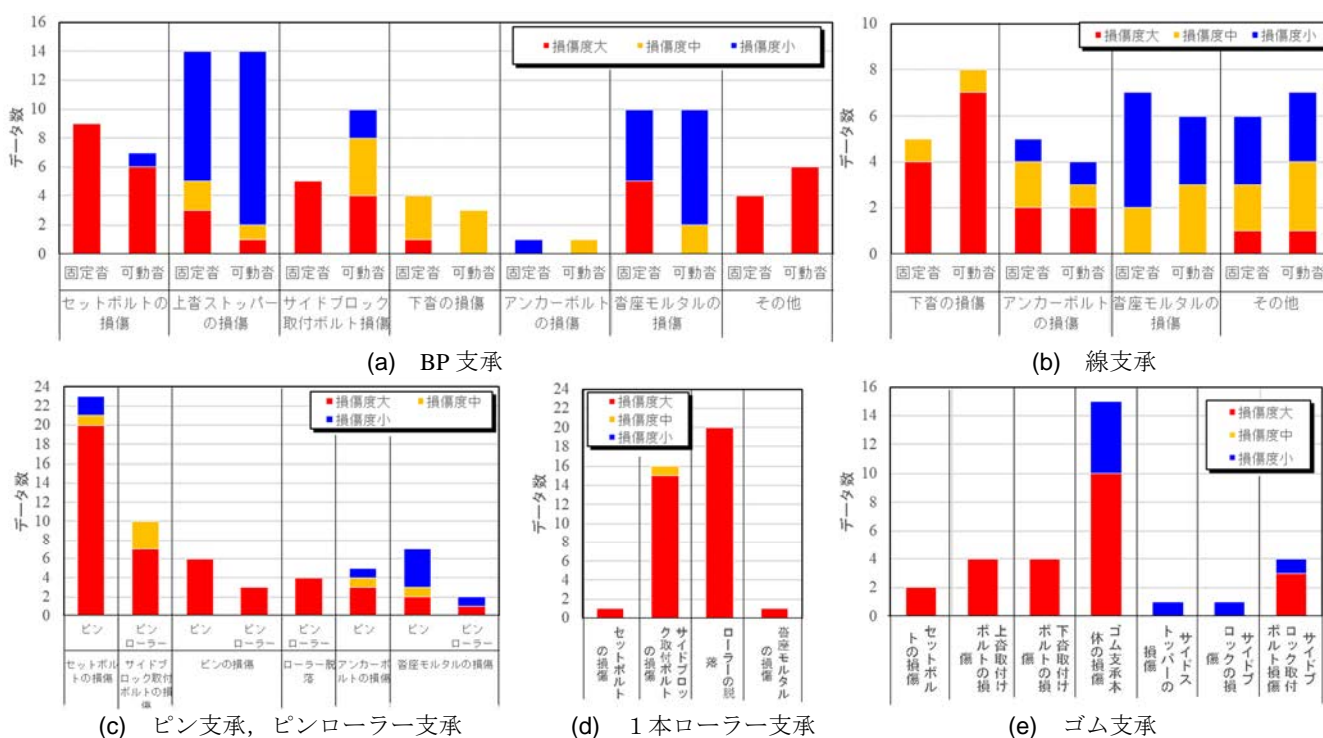


図-1 各支承における損傷した箇所と支承部の性能

に損傷度を推定した。なお、図の縦軸に示したデータ数は、1支承線単位であり、1支承線の支承のうち1つでも見られた損傷事例をカウントした。また、複数箇所の損傷が見られた場合は全てカウントした。

図より、セットボルトやサイドブロック取付ボルト、上下沓取付ボルトが損傷すると、損傷度が大きい傾向になっている。また、ピンやローラーが損傷しても、損傷度は大きい傾向になっている。そのため、これらの部位が損傷している場合は、早急な対策が求められると考えられる。一方、沓座モルタルが損傷した場合は、損傷度は中や小が多い傾向になっている。また、BP 支承では上沓ストッパーが損傷しても、損傷度は比較的小さい傾向になっている。

3. まとめ 本研究は、支承部の損傷度を判定する方法について検討し、実際の支承部の損傷事例を用いて損傷度を判定した。その結果、調査した範囲ではあるが、各支承形式における支承部の損傷傾向や支承部の損傷度を判定することができた。今後は、支承部の損傷度に応じた応急復旧方法等について検討する予定である。

参考文献 1) (公社)日本道路協会：道路橋支承便覧，2018. 2)中尾尚史，菅原達也，大住道生：大地震直後における道路橋の供用性評価のための支承損傷分析，第23回橋梁等の耐震設計シンポジウム，pp.111-118，2021.