

H28熊本地震調査報告

第2班(5/20～22)

被災橋梁に見る「想定外」と道路ネットワークの課題

平成28年6月11日

原田 徹(建設部門:鋼コン、道路)

第2班の調査ルート



橋梁耐震設計で想定する性能

- * 耐震性能1： 地震に対して健全（主にレベル1地震）
- * 耐震性能2： 損傷は限定的、速やかな機能回復が図れる。
（高速道路、国道、跨線橋、跨道橋、緊急輸送路）
- * 耐震性能3： 橋として致命的とならない。
（一般県道、市町村道）

支承部の破壊が生じた場合でも上部構造の落下防止を図る。

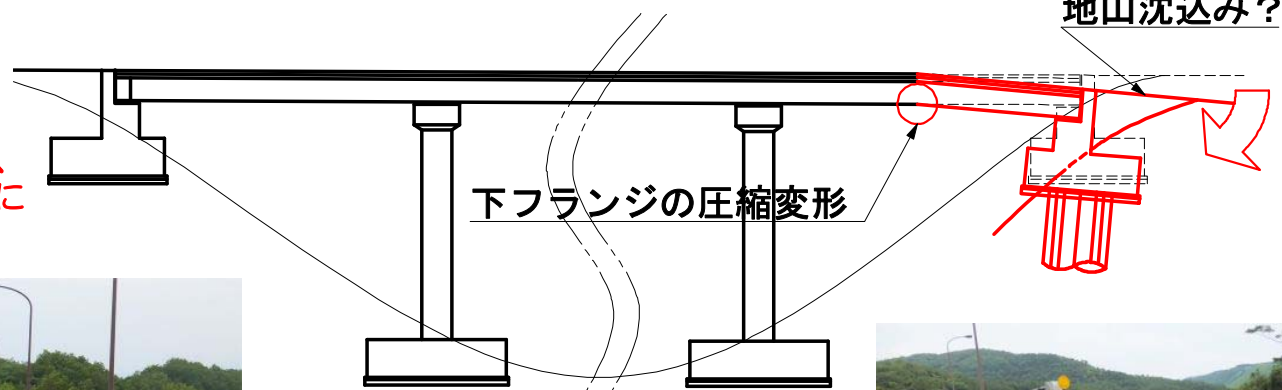
致命的な状態とは

1. 上部構造が下部構造から逸脱して落下した状態。
2. 下部構造が上部構造を支持できない状態。
3. 落橋に至る可能性がある変状が生じたため、安全面から長期的に通行止めが必要な状態。

想定外

俵山大橋(連続鈑桁橋)(A1橋台側)

背面地山自体が変位して、橋台が沈下しているように見える。



背面地山の変位と橋台の沈下



橋面の折れと下フランジの圧縮変形



俵山大橋(連続鈑桁橋)(A2橋台側)

弛み分の移動？

背面地山の移動？

想定外

背面地山が変位して、上部構造を押し出している？
さらに支承が上下部構造から分離している。



ケーブル撓み状況



背面道路の乗上げ(約1m)



上部工横移動+支承脱落

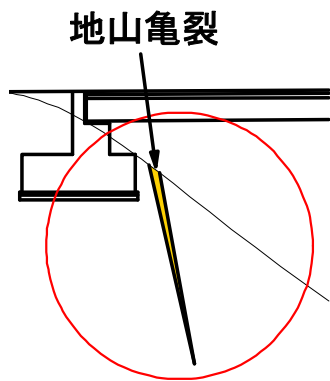


上部工横移動(落橋寸前)



すすきの原橋（PC単純桁橋）

山腹亀裂の評価が必要であるが、本体は復旧可能と思われる。



橋台前面には亀裂がある

扇の坂橋（鋼連続桁橋）

正規の位置に戻すことで、中期的に復旧可能と思われる。



上部工横移動



支承残留変位



変位制限装置
せん断破壊

桑鶴大橋(2径間鋼斜張橋)(A2橋台側)



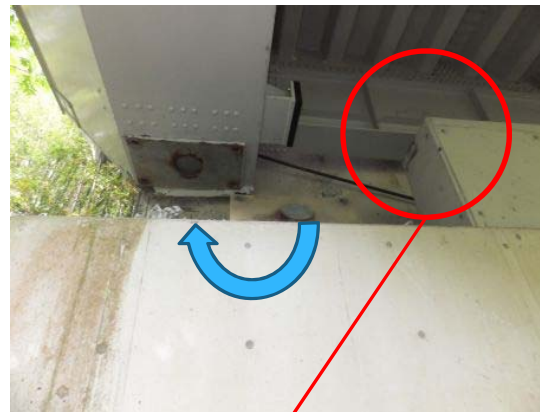
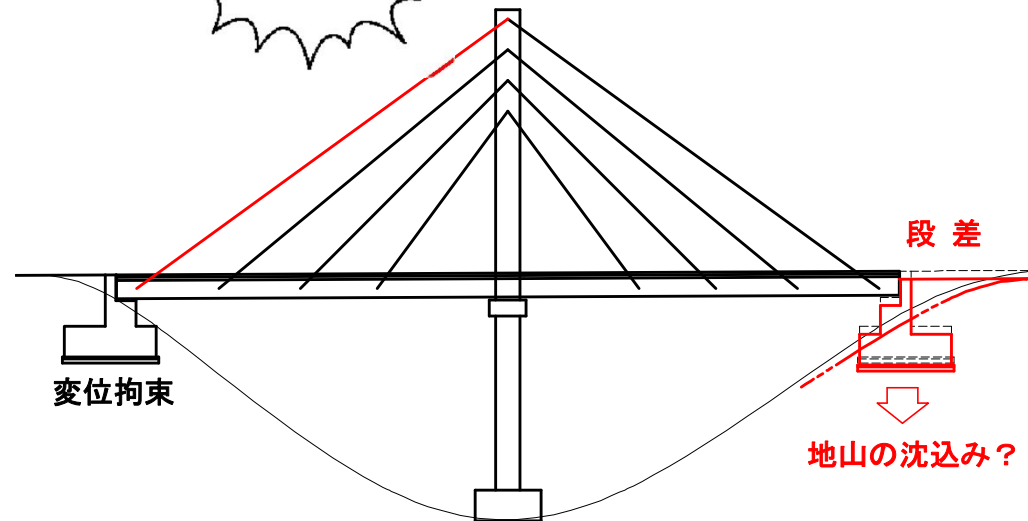
A2橋台側に発生した段差



A2橋台は支承部の損傷大

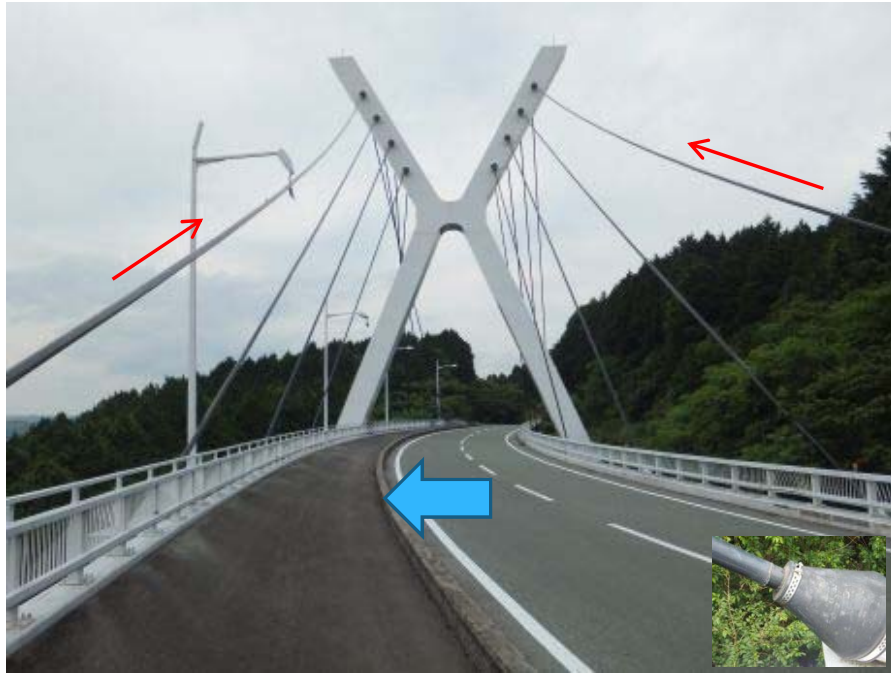
想定外

変位制限壁と補完しあう支承形式である。
沈下または鉛直方向の作用力により、変位
制限壁が役割を果たせず、支承が脱落。



- ピン支承の脱落（ピンでなくアンカーボルトが破壊）。
- 横変位制限壁と上部工の衝突痕がほとんどない。（橋台の沈下が先行した可能性）

桑鶴大橋(2径間鋼斜張橋)



上部工（谷側へ横移動）



橋脚部（支承の損傷により主桁は谷側へ移動）



A 1 橋台側（上部工の変位を拘束出来ており、比較的損傷は小さい）

大切畑大橋(5径間連続鈑桁橋)



想定外

支承が上下部構造から分離している。(鉛直方向作用力?)
幸いにも落橋防止ケーブルにより直角方向の落橋が回避できた。



伸縮部の開き

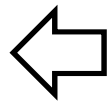


支承の損傷と落橋防止装置(落橋を寸前で拘束)



支承の損傷と主桁の横移動

その他南阿蘇周辺の橋梁被害



(長陽大橋)
橋台背面のアプローチ陥没
橋台周辺地盤の地滑りによる基礎の露出。

想定外

橋台支持地盤をも含めた
地滑りは想定外。

(南阿蘇橋)
ダンパー取付け部の破断
(本体の動作形跡なし)



想定外

デバイス取付け部が損傷。
鉛直方向の大作用力？



(阿蘇大橋)
R 57 側の地滑りに
巻き込まれ落橋。

想定外

予測できない。

熊本地震調査での印象

* 活断層に沿った帯状地域での道路構造物被害が甚大である。

- 車で断層周辺を10分程度離れると、軽度又は無損傷の物も多数ある。
- 想定を超えた損傷原因には、異常な鉛直方向作用力、支持地盤の変位が影響していると考えられる。

* 連続したレベル2クラスの地震動により、構造物の被害が拡大している。



4/14(M6.5)地震後に応急復旧により通行可能であった個所が、4/16(M7.3)の本震により通行できなくなったと思われる。

仮設アスファルト（段差補正）

当初通行可能部マーキング



震災後約1ヶ月後の道路規制（熊本県HPより）

①平成28年熊本地震による交通規制

災害に伴う道路情報

（平成28年5月16日9時00分現在）

緊急輸送道路	局番	番号	振興局等	路線（フリガナ）		箇所（フリガナ）		規制原因		規制開始日時		規制延長	規制内容		規制変更日時		復旧	旧込
				番号	路線名	始点	終点	規制種別	規制理由	月/日	時刻		当初	現在	月/日	時刻		
	1	4	宇城	220	三本松甲佐線	三本松	218号交差点から	災害	落石	4/15	0:08	2.00km	全面通行止	全面通行止				
		7	宇城	313	松橋インター線	松橋古保山	（一ツ橋側道橋）	災害	橋台ずれ	4/15	9:50	2.00km	全面通行止 （歩道のみ）	全面通行止 （歩道のみ）				
		8	宇城		国道218号	寺崎		災害	崩土	4/16	3:20	2.00km	全面通行止	片側通行止	4/22	16:00		
		14	宇城	312	中小野浦川内線	竹崎		事前	擁壁崩壊	4/19	22:30	0.15km	全面通行止	全面通行止				
		15	宇城	184	小川停車場線	小川		災害	家屋崩壊	4/25	14:00	0.03km	全面通行止	全面通行止			当分の間	
○	2	1	上益城		国道445号	御船町七滝		災害	落石	4/14	23:00		全面通行止	全面通行止				
○		3	上益城	28	熊本高森線	西原村の境		災害	落石	4/14	23:25		全面通行止	全面通行止				
		4	上益城	180	南田内大臣線	山都町津留		事前	落石	4/14	22:40		全面通行止	夜間全面通行止	4/25	7:00		
		5	上益城	219	横野矢部線	山都町田		事前	落石	4/14	23:15		全面通行止	片側通行止	5/5	13:00		
○		6	上益城		国道445号	御船町下鶴		災害	落石	4/14	23:00		全面通行止	全面通行止				
		10	上益城	153	清和砥用線	山都町堂面		事前	落石	4/15	0:17		全面通行止	片側通行止	5/5	13:00		
		18	上益城	38	宇土甲佐線	（乙女橋）		災害	橋梁段差	4/15	1:58		全面通行止	全面通行止				
		19	上益城	220	三本松甲佐線	甲佐坂谷		災害	落石	4/15	1:58		全面通行止	全面通行止				
		20	上益城	221	田代御船線	御船町田代		災害	路面陥没	4/15	2:10		全面通行止	全面通行止				
		25-1	上益城	57	益城矢部線	御船町玉来		災害	道路崩落	4/15	4:55	40m	全面通行止	全面通行止	5/2	9:00		
		25-2	上益城	57	益城矢部線	山都町北中島		事前	落石	4/15	4:55		夜間全面通行止	夜間全面通行止	5/2	9:00		
		28	上益城	239	御船甲佐線	（田口橋）		災害	橋梁段差	4/15	7:00		全面通行止	全面通行止				
		32	上益城	32	小川嘉島線	（縦貫道跨道橋）		災害	落橋	4/16	3:20		全面通行止	全面通行止				
		35	上益城	153	清和砥用線			事前	落石	4/16	3:20		全面通行止	片側通行止	5/14	17:00		
		37	上益城	220	三本松甲佐線	戸江		災害	法面崩壊	4/16	8:30		全面通行止	全面通行止				
		42	上益城	50	熊本嘉島線	ど町橋		災害	路面段差	4/16	3:50		全面通行止	全面通行止	4/16	12:10		
		43	上益城	321	砥用線	山都町境		事前	落石	4/16	0:00		全面通行止	夜間全面通行止	4/16	12:10		
		47	上益城	212	津留柳線	柳（柳谷バス停付近）		災害	落石	4/16	0:00		全面通行止	全面通行止				
		48	上益城		国道445号（旧）	（メロディー橋）		災害	落石	4/16	0:30		全面通行止	全面通行止				
		54	上益城	28	熊本高森線	益城町馬水橋		災害	落石	4/27	12:00		片側通行止	片側通行止				
		55	上益城		国道445号	御船町滝尾		事前	落石	4/15	0:00		片側通行止	片側通行止				
	3	1	菊池	205	原立門線	菊池市原		災害	落石	4/16	0:05		全面通行止	全面通行止			当分の間	
○		3	菊池	45	阿蘇公園菊池線			災害	法面崩壊	4/16	3:20		全面通行止	全面通行止				
		12	菊池	205	原立門線	菊池市立門		災害	落石	4/16	3:00		全面通行止	全面通行止				
		13	菊池	23	菊池赤水線	大津町真木		災害	落石	4/16	4:00		全面通行止	全面通行止	5/1	17:00		
		14	菊池	145	瀬田熊本線	（内牧橋）		災害	橋梁段差	4/16	1:00		全面通行止	全面通行止				
		20	菊池	207	瀬田竜田線	大津町瀬田		事前	落石	4/21	12:00		全面通行止	全面通行止				
		22	菊池	207	瀬田竜田線	礼		災害	路面変状	4/16	7:00		片側通行止	片側通行止				
		23	菊池	145	瀬田熊本線	大津町外牧		災害	落石	4/21	7:00		片側通行止	片側通行止				
	4	1	玉名	194	和仁菊水線	和水町江栗		災害	落石	4/16	0:00		全面通行止	全面通行止				
○	6	6	阿蘇	28	熊本高森線	西原村～南阿蘇村	（徳山トンネル）	災害	落盤	4/16	2:02		全面通行止	全面通行止				
○		8	阿蘇		国道212号	大分県境（小国町）		事前	落石、崩土	4/16	2:12		全面通行止	全面通行止				
○		11	阿蘇	11	別府一の宮線	阿蘇市三野		事前	土砂崩れ	4/16	3:36		全面通行止	全面通行止				
		12	阿蘇	111	阿蘇吉田線	阿蘇市黒川	南阿蘇村吉田	災害	地すべり	4/16	4:20		全面通行止	全面通行止				
○		13	阿蘇		国道325号	南阿蘇村	（阿蘇大橋）	災害	崩落	4/16	5:30		全面通行止	全面通行止				

成28年熊

緊急輸送道路

局

1

2

○

緊急輸送道路が依然通行止めとなっている。

橋梁、落石はボトルネックとなっている。

成28年熊

緊急輸送道路

1

2

○

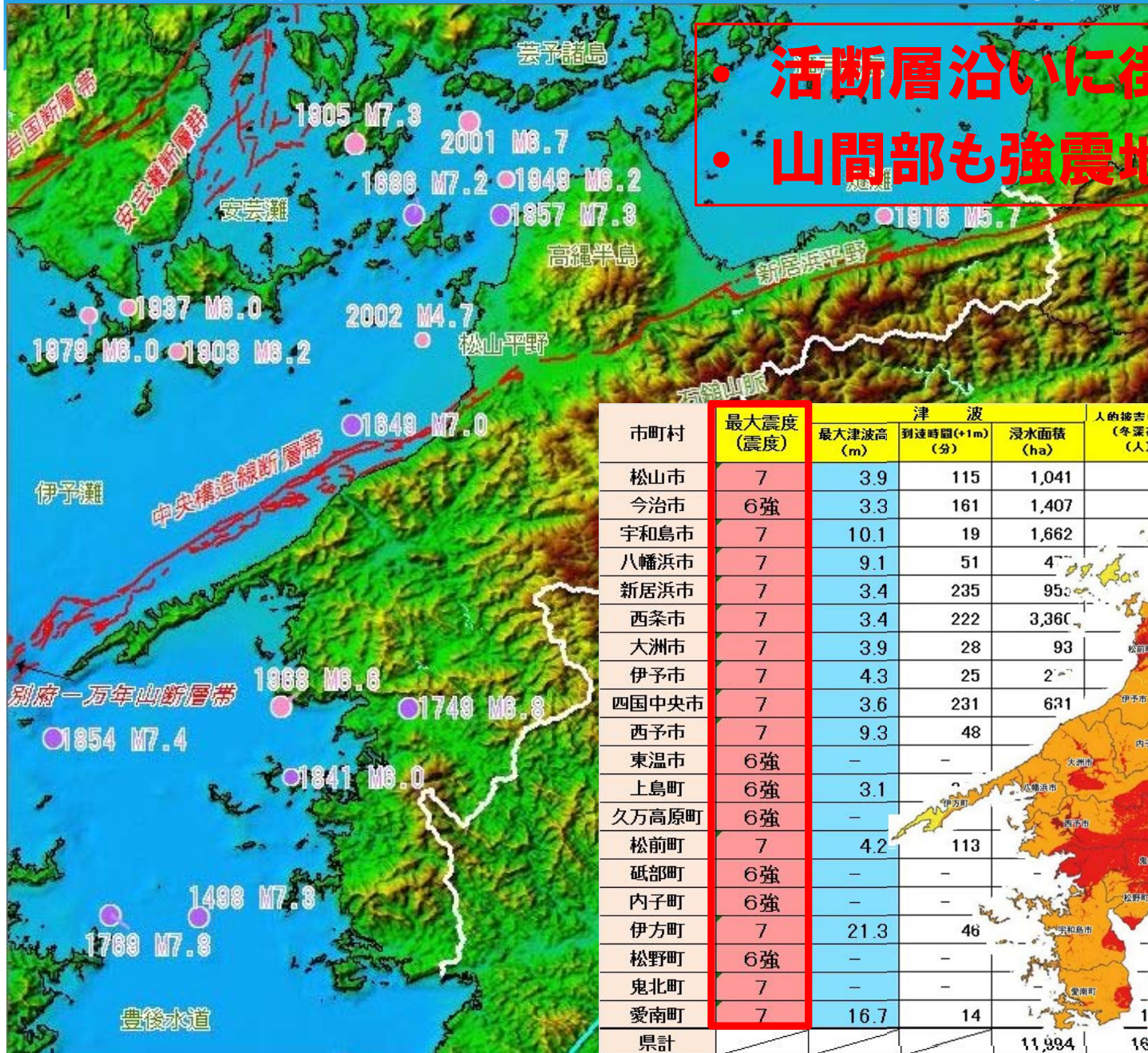
緊急輸送路が依然通行止めとなっている。

橋梁、落石はボトルネックとなっている。

愛媛県の活断層と南海トラフ巨大地震の予測

- 活断層沿いに街が存在
- 山間部も強震地域が分布

地震調査研究推進本部
および
愛媛県ホームページ
資料より抜粋。



市町村	最大震度 (震度)	津 波			人的被害(死者) (冬深夜) (人)	建物被害(全壊) (戸数)	避難者数(1人1世帯) (冬18時) (人)
		最大津波高 (m)	到達時間(+1m) (分)	浸水面積 (ha)			
松山市	7	3.9	115	1,041	715	4,518	22,518
今治市	6強	3.3	161	1,407	641	4,963	44,963
宇和島市	7	10.1	19	1,662	568	63,935	63,935
八幡浜市	7	9.1	51	4			
新居浜市	7	3.4	235	95			
西条市	7	3.4	222	3,360			
大洲市	7	3.9	28	93			
伊予市	7	4.3	25	2			
四国中央市	7	3.6	231	631			
西予市	7	9.3	48				
東温市	6強	—	—				
上島町	6強	3.1					
久万高原町	6強	—					
松前町	7	4.2	113				
砥部町	6強	—	—				
内子町	6強	—	—				
伊方町	7	21.3	46				
松野町	6強	—	—				
鬼北町	7	—	—				
愛南町	7	16.7	14				
県計				11,994	16,630	243,628	558,902

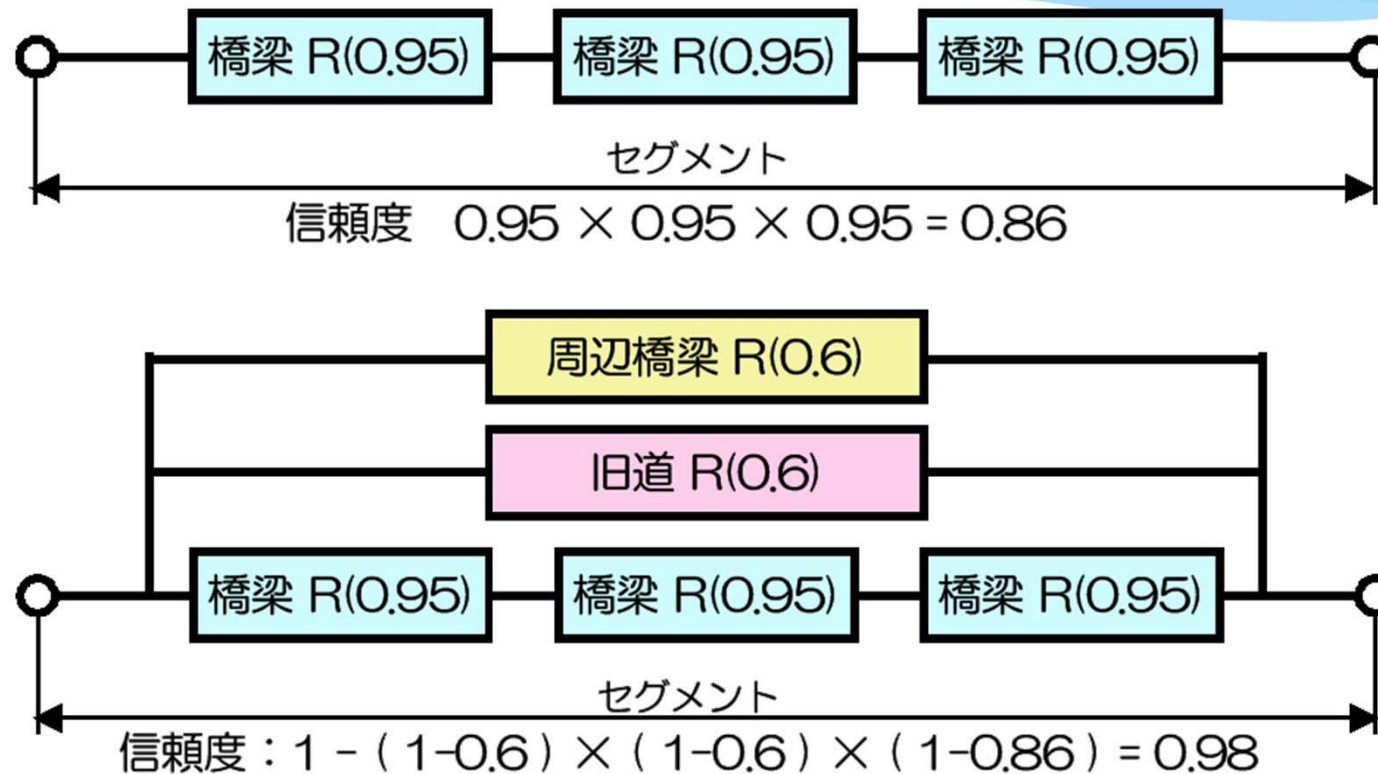
南海トラフ巨大地震の
震度分布
凡例(震度階級)
震度7
震度6強
震度6弱
震度5強
震度5弱

道路ネットワークの課題

- * 愛媛県では南海トラフ巨大地震の場合、津波と合わせ、今回の直下型地震より、さらに広域的な被害が発生すると考えられる。
- * 熊本県の例では、緊急輸送路線の通行止めについて、橋梁・落石がボトルネックとなっていた。また、構造物の連担区間では、たとえ1橋でも通行不可となれば、その他が修復可能でも道路としては役割を果たせない。
- * 熊本地震の「想定外」は、今日からは「想定外」ではない。対策を考えておく必要がある。

想定外への対策：情報ネットワークの「信頼度」を例に

ボトルネックとなる要素、橋（設計基準、径間数、基礎）、急崖（高さ、勾配）、盛土（高さ）で、信頼度をパラメータ化し、山間部や市町間等でセグメントに分割する。



現在の維持管理の流れからは、今後施設の統廃合が推進されてゆくものと思われます。しかし、信頼度の低いセグメント(唯一の道路や構造物の連担区間)では、想定外の道路ネットワーク分断について「旧道の維持」や「市町村道・農道・林道の部分補強」等でネットワークの信頼度を高めておくことも必要であると考えます。

平成28年熊本地震 心よりお悔やみ
とお見舞い申し上げます。