

最近の地震被害の傾向と 耐震技術課題

耐震研究グループ長 松尾 修

話の内容

1. 能登半島地震および新潟県中越沖地震
 - ・地震および地震被害
 - ・公共土木施設の被害の特徴・傾向
2. 今後の耐震技術課題

最近の主な地震の発生箇所(北陸地方)

2007年3月25日
能登半島地震
M6.9

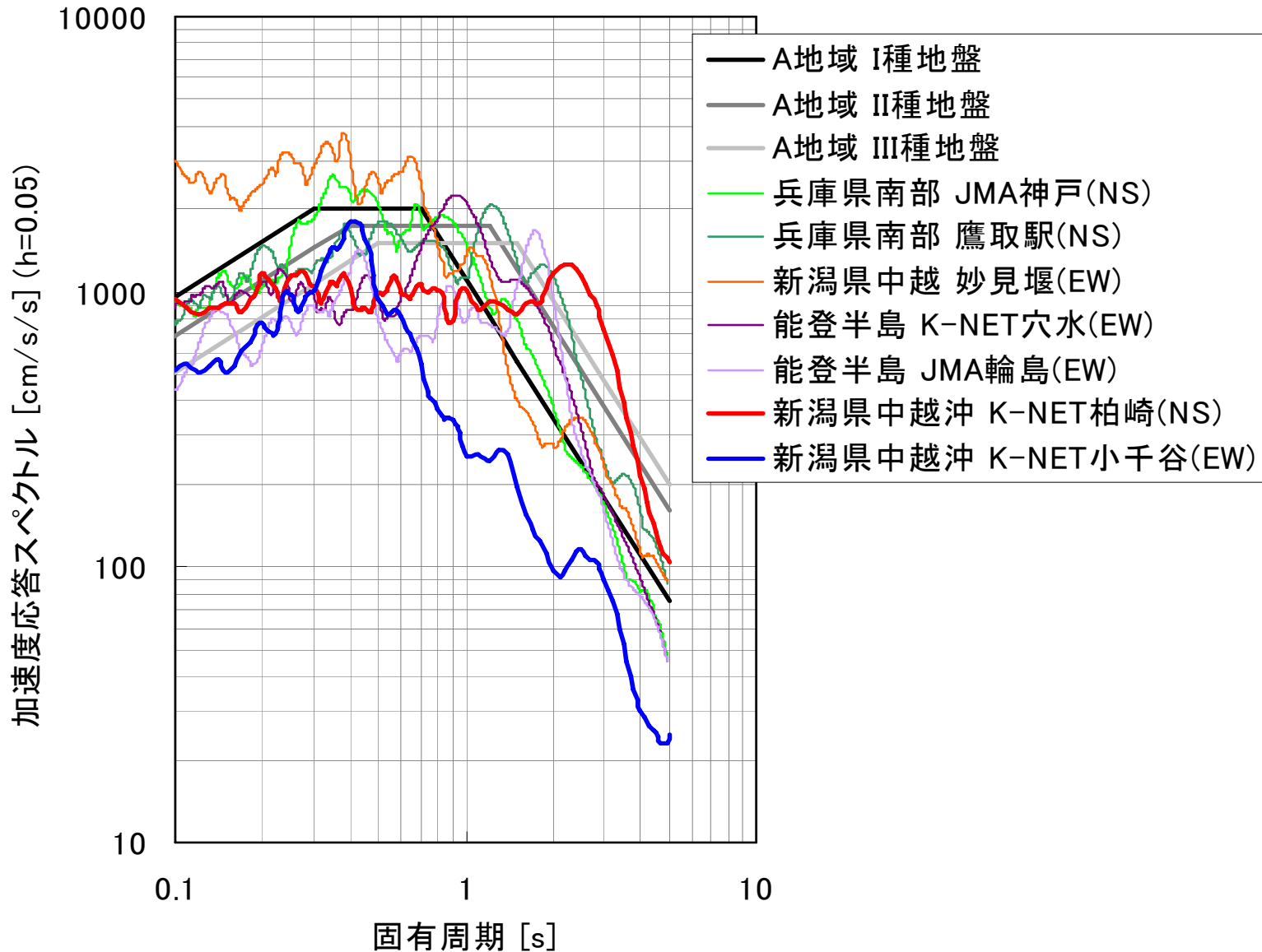
1993年2月7日
能登沖地震
M6.6

2007年7月16日
新潟県中越沖地震
M6.8

2004年10月23日
新潟県中越地震
M6.8



地震動の強さ：加速度応答スペクトル (近年の内陸地震を含む)



地震被害（消防庁資料による）

地震	マグニ チュード	人的被害（人）		住家被害（棟）	
		死者・行 方不明者	負傷者	全 壊	半壊・一 部損壊等
1995. 1. 17 兵庫県南部地震	7. 2	6, 436	43, 792	104, 906	407, 976
2004. 10. 23 新潟県中越地震	6. 8	68	4, 805	3, 175	118, 725
2007. 3. 25 能登半島地震	6. 9	1	359	638	15, 119
2007. 7. 16 新潟県中越沖地震	6. 8	11	1, 989	993	38, 354

（注）被害数量はいずれも2007年8月時点の暫定値

地震被害の概要：能登半島地震

- ・輪島市などで家屋の倒壊が集中
- ・能登有料道路で盛土崩壊が多発
- ・国道249号等で岩盤崩壊、斜面崩壊など



地震被害の概要：新潟県中越沖地震

- ・刈羽原発で火災発生、発電停止
- ・柏崎市で古い木造住宅の倒壊
- ・ライフライン施設の被害
- ・道路(国道8号、北陸道など)の被害



公共土木施設の被害の特徴・傾向

- 道路橋
- 道路盛土
- 沿道斜面
- 河川施設
- 下水道施設

道路橋：能登島大橋



2004年新潟県中越沖地震における 新組跨線橋(国道8号)



- ・耐震補強済み＝無被害
- ・耐震補強未着手＝被災

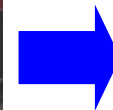


「耐震補強」の有効性を実証

橋梁取付部の段差



(主) 柏崎高浜堀之内線 柏崎市西山町西山 栄橋



路面陥没

7月17日 9:50復旧

道路橋の被害の傾向

- ① 耐震補強の効果が顕れてきている。
- ② 橋梁本体構造以外の部分の損傷（例えば、取付盛土の段差）による交通機能障害が相対的に目立ってきた。

道路盛土: 能登半島地震

能登有料道路被害箇所



●縦32(STA17.7(七尾市中島町田岸))



●縦6(STA5.6(七尾市中島町豊田))



道路盛土：新潟県中越沖地震

●国道8号 柏崎市鯨波地先



●国道8号沿い市道 柏崎市笠島地先



道路盛土の被害の特徴

- ①能登半島地震
沢埋め盛土の被害が多発
- ②新潟県中越沖地震
基礎地盤の液状化による被害

沿道斜面：能登半島地震

被災状況



国道249号(八世乃洞門)

8月下旬



市道道下深見線(門前町深見地区)

被災状況

8月下旬

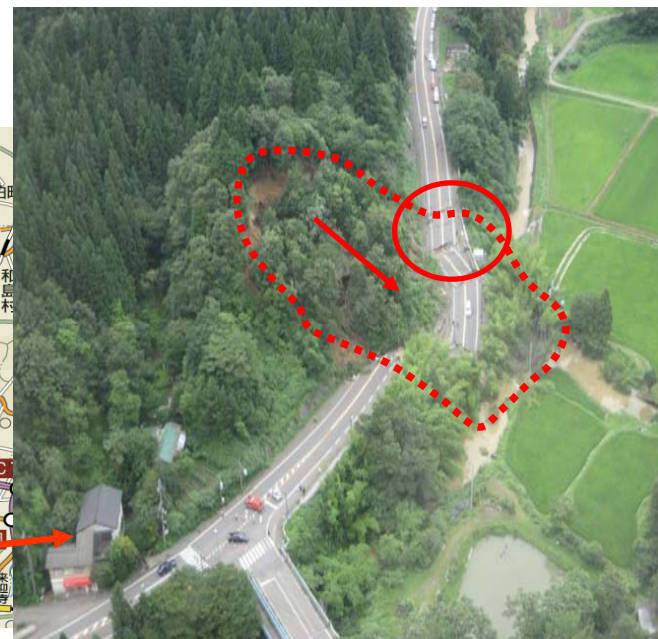


沿道斜面：新潟県中越沖地震

国道352号(柏崎市大崎地先)



国道8号(長岡市大積地区)



河川堤防：新潟県中越沖地震

鯖石川(柏崎市)



堤防の沈下(地点A) = 約1.2m



堤内地の状況(地点A)

河川堤防の被害の傾向

①能登半島地震

- ・中小河川のみであり、顕著な被害の報告なし。

②新潟県中越沖地震

- ・旧川締切部(旧河道)での被害が顕著
→基礎地盤の液状化

下水道：管路被害と処理場被害



能登半島地震(輪島市門前町)



新潟県中越沖地震
(柏崎市自然浄化センター)

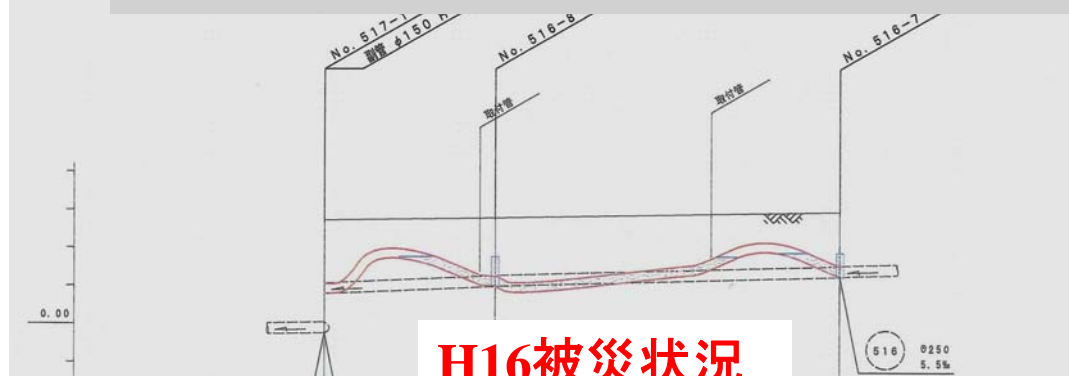
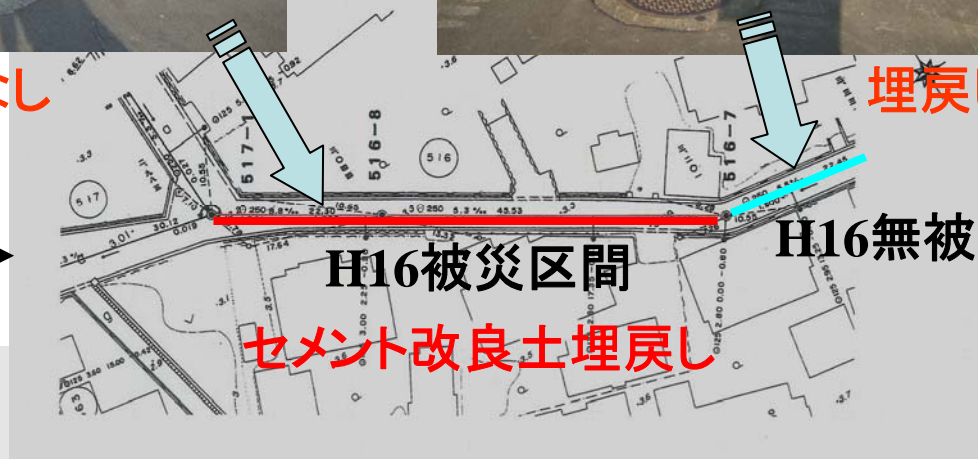
改良土埋戻しの効果（柏崎市）



中越沖地震では ---> 変状なし

埋戻し部の沈下

中越地震では - - - - ->



下水道施設の被害の傾向

①能登半島地震

- マンホールの浮上り被害は全体的に少なかった。(軟弱地盤地帯が少なかったため?)

②新潟県中越沖地震

- 柏崎市自然環境浄化センターでは地盤沈下・変位による被害が見られた。
- 柏崎市内では周辺地盤の液状化による地盤変位が原因と考えられる被害も見られた。
- H16新潟県中越地震による被災箇所多くは今回の地震では変状が見られず、改良土埋戻しによる対策は有効であったと考えられる。
- H16被災箇所でも改良土で復旧された箇所でも、河川近傍や道路盛土内に布設されたもので再被災した箇所があった。

トピック

能登有料道路の災害復旧の状況

- 3月25日 地震発生
被害数53か所
(うち、大規模被害は11か所)
- 4月5日 復旧工法等の中間とりまとめ
- 4月27日 全線供用
(迂回路8か所)
- 現在 本格復旧工事実施中

被害調査(これまでに分かっていること)

- 沢地形における盛土の被害が多い
- 盛土の含水比が高い
- 高盛土の被害が多い

対策の基本方針

- 再度災害を防ぐ
- 排水対策(地表水、地下水)
- 盛土基礎の強化(ふとんかご、押え盛土など)
- のり面部の強化(補強材、土質改良)
- 丁寧な締固め

被害発生から現在までの状況

～能登有料道路 STA21.1(穴水町越の原)～

【3月25日 被害発生】

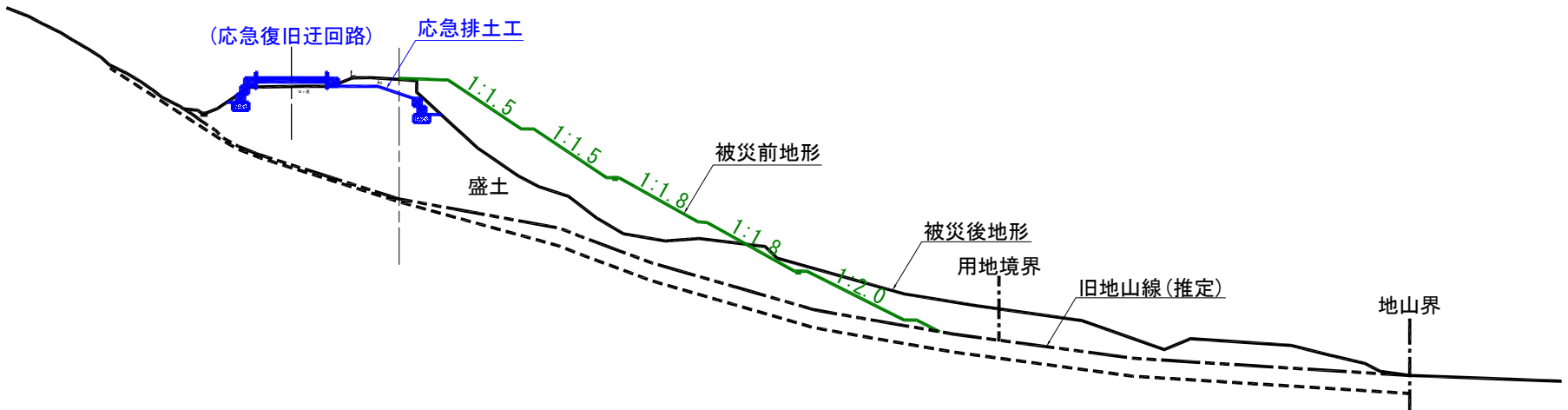
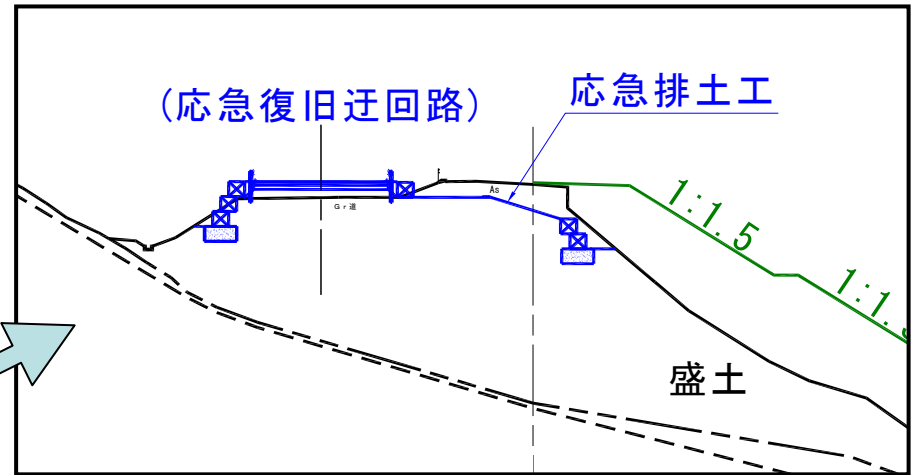
上下車線の崩落



【応急復旧工】

- ・山側に迂回路を建設
- ・滑落崖部は排土して、のり面基礎部を掘削・ふとん箆等で補強

STA. 21. 1+2



【応急復旧工事】(4月) 山側に迂回路を建設



【本復旧工】

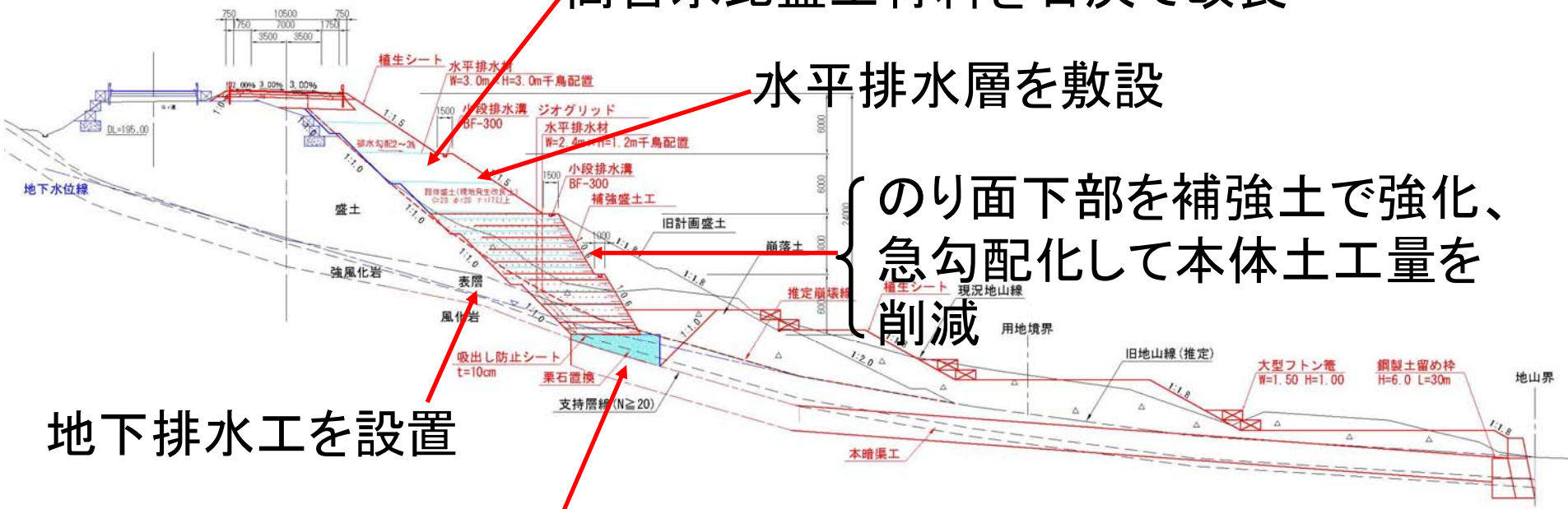
高含水比盛土材料を石灰で改良

水平排水層を敷設

のり面下部を補強土で強化、急勾配化して本体土工量を削減

地下排水工を設置

のり面基礎を掘削、栗石で置き換え



【本復旧工事(8月9日時点)】



2. 今後の耐震技術課題

防災対策(一般)

(種別)	(主な対策メニュー)
・全般	・総合防災計画、 リスクマネジメント
・予知・予測	・長期・短期予測、 ハザードマップ
・予防防災	{ ハード対策 ・ 施設強化対策、防災施設 { ソフト対策 ・ 土地利用規制・誘導、 防災教育・訓練、地域防災
・災害時対応	・初動体制、災害情報収集 伝達、警戒避難システム
・復旧・復興	・施設等復旧、復興支援
・制度的対応	・法規制、財政措置

公共土木施設(構造物)の耐震技術

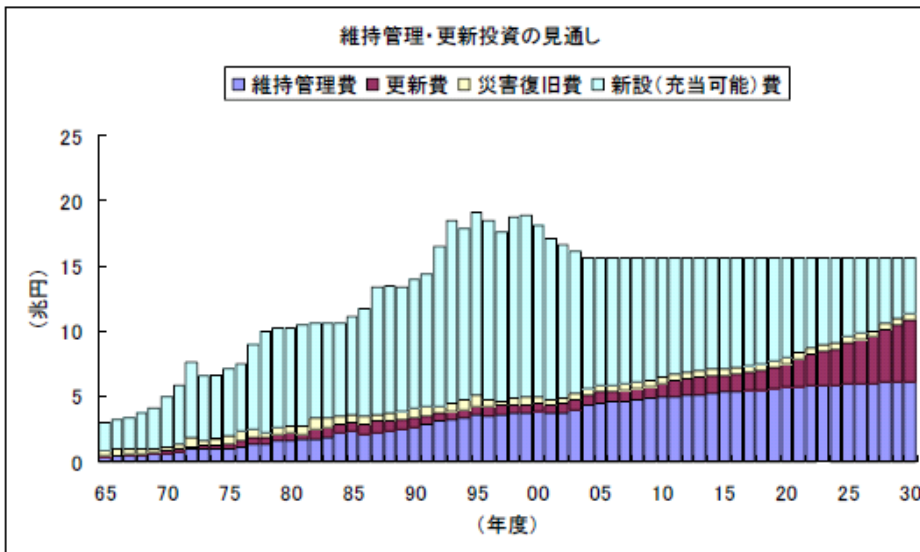
構造物種別		震前対策			震後対策	
		新設構造物	既設構造物			
		設計技術	診断技術	補強技術	被害早期 検知・診断	応急・本格 復旧
道路施設	橋 梁	現象解明 ↓ 設計法 調査法 施工法	調査法	補強工法 アイデア 設計法 施工法 ...	自動 モニタリング 健全度診断 ...	工法選定 手法 迅速化工法 ...
	盛 土		簡易診断 法			
	擁 壁					
	斜 面					
	...					
河川施設	堤 防	新しい構造 ...	詳細診断 法 	
	ダ ム					
	水 門					
	...					
下水道	管 路	
	処 理 場					
	...					
...						

維持管理・更新費の推計結果

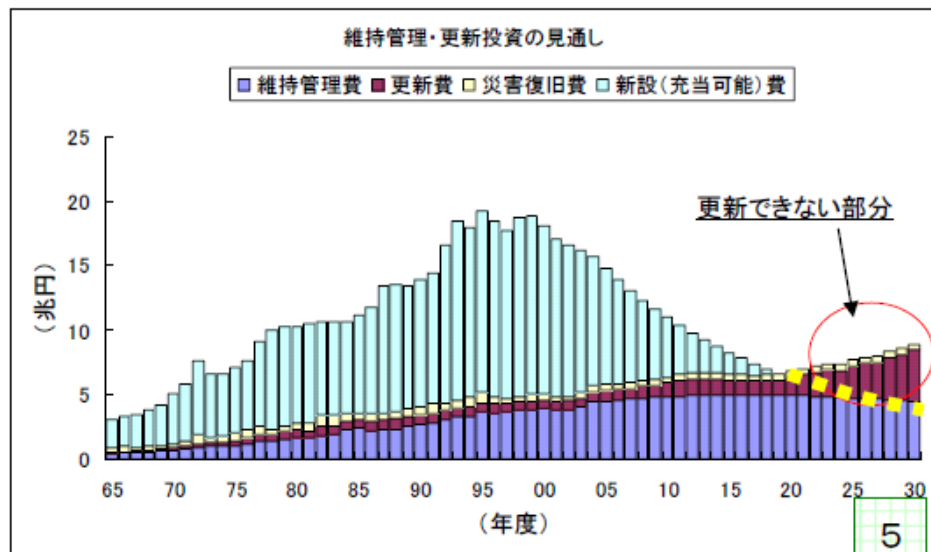
(出典:平成17年度 国土交通白書)

- 国土交通省所管の社会資本8分野を対象に、今後25年間の維持管理・更新費を推計した。
 - 投資可能総額の伸び率について2つのケースを想定した。
(ケース1)対前年度比±0%、 (ケース2)国: -3%、地方: -7%
- ↓
- (ケース1)維持管理・更新費の占める割合が33%(2004年)→70%(2030年)
(ケース2)投資可能総額が不足し、社会資本の更新ができなくなる。

ケース1
(対前年比±0%)



ケース2
(国:対前年比マイナス3%、地方:対前年比マイナス7%)



耐震技術課題一（1）橋梁

社会的課題

- ・ 少なくとも「緊急輸送道路」のような幹線道路においては、落橋を防ぐ必要あり。
- ・ 既設橋梁の耐震補強事業は途上。

技術課題

- ・ 大地震でも機能損傷しない橋梁構造、免震・制震技術の向上
- ・ 基礎の耐震診断・補強技術、杭に頼らない基礎構造
- ・ 被災した橋梁の迅速な健全度診断技術・補強技術

耐震技術課題一(2)道路盛土

社会的要請

- ・幹線道路で迂回路のない区間(山地部など)で被害が多発すると、長期の交通機能障害
(盛土の特徴である「復旧の容易さ」ではカバーしきれない)
- ・「緊急輸送道路」における土工部の耐震対策は途上

技術課題

- ・液状化地盤上盛土に対する経済的な対策工法
- ・(既設)山地部盛土の弱点箇所抽出法と補強法
- ・設計法とともに施工仕様の見直し

耐震技術課題一（5）河川施設

社会的要請

- ・東海、東南海、南海地震など、津波を併発する海溝型巨大地震の発生リスク、ゼロメートル地帯の存在
- ・老朽化した古い施設が多数存在

技術課題

- ・堤防の被災度予測法の精度向上
- ・レベル2地震動に対する液状化対策工法の設計法
- ・堤防以外の構造物の診断・補強法と応急復旧技術
- ・外水対策と地震対策を兼ねる工法の開発

耐震技術課題一(3)沿道斜面

社会的課題

- ・大規模崩壊が発生すると長期の通行止め
- ・沿道斜面の延長は膨大

技術課題

- ・弱点箇所抽出法(概略診断と詳細診断)

概略診断技術:地形測量技術、DBに期待

崩壊事例の系統的な蓄積と分析

詳細診断法:

検証法と「適用の場」に関する整理も必要。

耐震技術課題一(6)下水道施設

社会的課題

- ・震後の被災地の生活の継続、衛生の確保
- ・路面変状による震後の緊急活動への支障

技術課題

(管路施設)

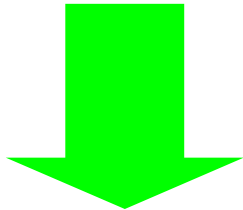
- ・新設管路:埋戻し方法の有効性の検証と徹底
- ・既設管路:更新計画との連携、診断法と補強法

(処理場施設)

- ・処理池本体および配管の経済的補強法
- ・応急処理を含む危機管理対策

おわりに

- ハード(構造的)対策は地震による直接被害を軽減させるための基本。
- 他方、ハード対策のみでの対応は現実には不可能。



以下の課題も重要

- 想定地震動・設計地震動
- 安全性水準(リスクマネジメント、最適投資)
- 震後の危機管理対応
- ハード対策とソフト対策のベストミックス

謝辞

- 地震被害の写真などを以下の機関より提供ないし引用させていただきました。記して御礼申し上げます。

石川県・石川県道路公社

新潟県

朝日航洋(株)

国土交通省

国土交通省北陸地方整備局

国土交通省国土技術政策総合研究所