

既定の仕様から脱却し、新技術・工法を柔軟に先取る  
—今後の技術の開発・実装に関する提言・予告—

2023年3月に(一社)地域国土強靱化研究所から「防災・減災、国土強靱化のための性能評価の最適化の実務—個別最適から全体最適の実務—」を出版し、技術・工法の開発・普及の取組み姿勢の体系化を図りました。出版の10箇月後に、2024年1月1日に能登半島地震が発生し、道路盛土の崩壊を始めとして、地すべり、斜面崩壊、津波など、地震の洗礼を受けることになりました。

同地震の甚大な被害を受けて、国土交通省は2024年1月23日に石川県に代わり本格的な災害復旧を代行(権限代行)することを決定するとともに、2025年6月に道路土工構造物技術基準を改定しました。今後、のと里山海道・穴水道路などの道路の本復旧が本格化するとともに、(公社)道路協会により道路土工構造物技術基準・同解説、さらに盛土工指針、擁壁工指針などの指針類の改定が予定されていますが、特に、性能規定型の設計が道半ばである道路土工構造物について、今後の技術・工法の開発・普及に影響を及ぼす基準類がどう改定され、展開してゆくのかを注視することが必要です。

その際、闇雲に注視するのではなく、これまでの能登半島地震の経験を教訓とした技術的な検討のプロセスを踏まえて、次の段階の技術の開発・実装が、どのような方向に向かうのか、向かうことが望まれるのかを見通し、その実行性、実効性を確認、検証することが有効です。

そのため、本文では、能登半島地震による知見、技術的対応および下記の書籍および資料などに基づいて、現時点における今後の技術の開発・実装に関わる見通しを「提言とそれに関わる予告」として列記してみました。それらは土工構造物に関するものが主ですが、これまで当方が関わってきている、他の分野、構造物も含んでいます。

ここで、提言・予告の基本的な視点、姿勢は「従来(昭和)からの既定仕様から脱却し、新たな技術・工法を柔軟に先取ること」であり、予告には願望(そうであってほしい)が含まれています。また、それぞれの提言・予告について理解を頂くためには、背景、現状、主旨などの具体が必要ですが、下記の書籍など参照して頂くこととして、本文では要点のみとさせていただきます。なお、それぞれの提言・予告の実現時期は、概ね0~5~10~20年後を想定しています。

書籍A: 防災・減災・国土強靱化のための性能評価の最適化の実務、(一社)地域国土強靱化研究所、2023.3

書籍B: 土木技術者のためのプロフェッショナルとしての姿勢と視点、(一財)土木研究センター、2020.6

書籍C: 東日本大震災の津波から学び 粘り強い盛土により減災、理工図書(株)、2016.4

書籍D: 活断層とどう向き合うか、理工図書(株)、2012.11

LRRi 技術資料 Vol.1 (2023.3)

No.1: 東日本大震災の復興により津波に備える沿岸陸域の姿から学ぶ—津波災害から12年を経て—

LRRi 技術資料 Vol.2 (2024.3)

No.1: 河川堤防の洪水時の破堤特性、性能評価および対策—今後の展望—

No.4: 令和6年能登半島地震における地盤流動に関する現地調査からの考察—地盤流動特性と地盤流動対策の概念—

LRRi 技術資料 Vol.3 (2025.7)

No.1: 令和6年能登半島地震による鉛直地震動の特性—新たな脅威、鉛直地震動—

No.3: 傾斜地の地盤流動特性に基づく地盤流動対策の技術的検討—壁式改良工法の適用—

資料A: 第47回 K&i ウェブアカデミー 基調講演、防災・減災、強靱化のための発想の転換・先取り技術・工法-道路盛土のすべり崩壊、傾斜地の液状化・地盤流動、堤防の越流破堤-、2025.5.23

\*講演資料は、ウェブアカデミー参加者に配布。

資料B: (公社)日本技術士会中国本部 2025年年次大会/創立60周年記念式典 記念講演、専門知の深化: 個別最適&全体知への展開: 全体最適-防災・減災、国土強靱化の展開のために-、2025.7.12

\*講演資料は、中国本部のHP: トピックス 2025/07/15 を参照。

## 【提言&予告】

提言1：基準類は鵜呑み、遵守に留まらず、その背景、ルーツを知ることが有効であり、それにより新たな課題の発掘・解決に繋げるべきである。〔書籍A、書籍B〕

\*基準類は全国平均の標準解、鵜呑みしない。地域の固有性を視る眼を持つ（特に、土工）。

予告1：既存の仕様設計、基準類の遵守はAIに取って代われ、標準解ではない専門性が必要な設計技術・構造を創出する性能設計・評価ができる技術者だけが生き残る。〔書籍B、資料B〕

\*AIは道具であり、AIに使われない。他社、他者との差別化。己の存在感の顕示、高揚。

提言2：土木構造物のリスクは、地質・地盤だけのハザードではなく、ハザードを多段階評価した結果としての実被害：損傷・変状・機能喪失を評価すべきである。〔書籍D、資料B〕

\*ハザード＝リスクではない。リスクを視る。リスクにも大小ある。

予告2：土木構造物などは、理工連携のリスク評価により地表地震断層と共生する。原発に関わる活断層はその有無（ハザード）に留まらない工学的評価が行われ、活断層があっても立地が可能となる。〔書籍A、書籍D、資料B〕

\*地震断層と共生。活断層と破碎帯を区別。理工連携。原発は活断層評価の視点転換が前提。

提言3：道路盛土の天端補強工により、すべり制御と舗装の損傷防止をすべきである。〔資料A〕

\*舗装の地震被害の恒常化、場当たりの修復。路床強化工が有効。分野内複合構造最適。

予告3：道路盛土の天端補強工は、令和6年盛土点検および令和7年道路土工構造物技術基準による盛土工指針に反映され、これまで放置されてきた地震時の道路舗装の損傷が防止される。

\*盛土のすべり破壊制御と舗装の耐震性向上。令和6年盛土点検箇所から実践。〔資料A〕

提言4：道路盛土の性能設計のためには、NEXCO技術基準に倣い、指針類に残留変形解析手法を規定すべきである。〔資料A〕

\*性能設計法の実装化。土木分野でのV&Vの先取り。道路盛土の点検の効率化技術の反映。

予告4：道路盛土の残留変形解析手法（Newmark法、FEM、ALIDなど）は、令和7年道路土工構造物技術基準の実務的な設計法である盛土工指針で規定あるいは反映される。

\*設性能計の認識の向上。論理的に妥当な方法の拡充。土工技術の向上・人材育成。

提言5：のと里山海道・穴水道路の本復旧では、2007年能登半島地震の復旧を越え、再度・類似災害防止のため、新たな技術・工法を導入すべきである。

\*盛土工指針の改訂の先取り。道路土工の技術力の向上。設計・構造モデルの全国発信。

予告5：のと里山海道・穴水道路の本復旧は、直轄の権限代行らしい技術・工法が試行される。

\*直轄の技術力の発現。2007、2024の次の3度目の能登半島地震での限界状態3あるいは致命的な盛土被害は許されない。

提言6：盛土の排水対策は、水平排水層、基盤排水層などの経験的な仕様に留まらず、盛土の環境（地形・地質・地山状態・水系など）を考慮して排水構造の強化をすべきである。〔資料A〕

\*仕様設計からの脱却。地域性の反映。論理的に妥当な方法（浸透流解析など）の規定。

予告6：盛土内の地下水位上昇が予測される盛土では、堤内排水が実施される。〔資料A〕

\*経年により盛土は排水機能が低下・不安定化。NEXCOの高盛土では堤内の鉛直排水。

提言7：盛土の法尻ふとんかごは、滑動・転倒・支持力による耐震性を検証すべきである。〔資料A〕

\*常時の安定性照査に留めない。土留め構造化。擁壁と同様に滑動・転倒・支持力は土質力学の基本。能登半島地震のかご工流出を繰り返さない／設置だけの非合理性。

予告7：盛土の法尻ふとんかごは、耐震性の照査が義務づけられる、あるいは他工法との複合構造による土留め化が図られる。〔資料A〕

\*地震作用の規定が必要。かご：排水＋テールアルメ補強土壁：土留め。

提言 8 : 新設&改築の盛土のうち、特定土工構造物の盛土では、設計時に将来の地下水位上昇を考慮した設計をすべきである。 [資料 A]

\* 従来から盛土内の地下水位は考慮せず。しかし、当初設計の排水機能は経年により低下。  
2024 年既設盛土の点検による対策盛土では考慮→新設&改築でも顧慮すべき。

予告 8 : 設計時の盛土内の地下水位の考慮は、令和 7 年道路土工構造物技術基準による盛土工指針で規定される。

提言 9 : ICT 土工は、ICT 数量土工から ITC 品質土工に展開することが必要であり、そのための技術の開発をすべきである。 [書籍 A : 雑感 10]

\* 量から質への展開。土質工学・地盤工学の展開。評価指標（締固め度）の見直し。土の強度の面的・リアルタイム計測技術の展開。

予告 9 : 現行の ICT 数量土工は、直轄から ICT 品質土工に展開される。

\* 品質確保・省力化。土木技術の活用&土木技術者の活躍。情報化施工の進展。

提言 10 : 道路の降雨作用は、橋梁の設計地震動、津波と同様に、レベル 1 降雨とレベル 2 降雨に区分し、対応姿勢・対策を明確にすべきである。 [書籍 A : 雑感 2]

\* 想定外への対応。作用規模に応じた合理的な対応姿勢。対応技術の開発。

予告 10 : 道路の設計・管理は、レベル 1 降雨とレベル 2 降雨に応じた対応が明示され、実現される。

\* 豪雨対応。既往の設計はレベル 1 対応、豪雨はレベル 2 相当。ユーザに対する説明性。

提言 11 : 河川堤防は、越水に対する要求性能を満たす工法を積極的に導入すべきである。

[書籍 A、LRRI 技術資料 : Vol.2・No.1]

\* 流域治水の促進。パッケージ技術。部材間複合構造最適。部位・部材の要素技術だけではニーズ：戦略に応えられず、生き残れない。全体最適の視点・姿勢。

予告 11 : 河川堤防の越水の要求性能を満たす評価工法は、令和 7 年度以降、現地導入される。

\* 第 1 段階：B 評価 4 工法。コンサル・ゼネコンからの普及支援。

今後（2025 年度以降）、第 2 段階の評価工法が公募、審査、公表の予定。

提言 12 : 地すべり対策は、箇所別の仕様設計に留まらず、対象地すべり地のすべり速度などの評価指標による性能設計をすべきである。 [書籍 A]

\* 際限なく続く地すべり対策事業。箇所別の仕様設計：安全率の設計は、地すべり地全体の対策に直結しない。事業の全体の目標明示（定量化）が有効。

予告 12 : CIM による地すべり対策により、効果的・経済的な性能設計が実施される。

\* 地すべり地の全体最適。三次元計測技術・対策技術・評価技術が必須。

提言 13 : 地震国、日本は耐震設計・地震防災対策の研究開発をさらに進め、国際的に耐震技術、地震防災政策をリードすべきである。

予告 13 : 道路橋示方書からの耐震設計編の脱編により、我が国の耐震技術は軽視され、弱体化する。

\* 道路橋示方書および同解説の改定は 2025 年内。唯一の負の予告。外れることを願う。

## 【提言のみ】

提言 14 : 液状化による変状（支持力低下、浮き上がり、地盤流動など）は、完全液状化と非液状化の中間の不完全液状化の状態を考えるべきである。 [書籍 A、資料 B]

\* 自然現象は連続的に変化し、連続的な評価が必要。従来のゼロ・イチの評価の限界と脱却。グレーゾーンの評価が有効。人の生き方・考え方も同様。

提言 15 : 液状化による地盤流動危険度マップを整備すべきである。

[LRRI 技術資料 : Vol.2・No.4]

\* 地盤流動の評価要因の解明。液状化マップより高度。マップの必要性の理解の醸成。

- 提言 16 : 地盤流動対策、傾斜地盤上の盛土では、道路構造の強化による抑制機能を活用すべきである。〔資料 A、LRR I 技術資料 : Vo.2・No.4、LRR I 技術資料 : Vo.3・No.3〕
- \* 舗装・路床は人工地盤であり、液状化の影響を抑制。地下水流阻害しない壁式改良工法の活用／沈下対策からの展開。(一財) 土木研究センター・壁式改良工法研究会。
- 提言 17 : 土工構造物の性能設計では、評価指標、評価基準の定量化および評価方法の規定が必要である。〔資料 A〕
- \* 性能評価の 3 点セット (評価指標、評価方法、評価基準)。盛土工指針への反映。地震時残留変形解析手法などを規定 (加速度履歴波形の外力作用など)。
- 提言 18 : 土工構造物は、計画・調査・設計・施工・維持管理の全段階を通じて、要求性能を満足するようにすべきである。〔書籍 A、資料 B〕
- \* 全段階最適の展開と個別段階の深化。設計を軽視しない／施工で誤魔化さない。
- 提言 19 : 道路の降雨時の通行規制・啓開の判断は、沿道の地域特性を考慮すべきである。
- \* 全国標準から沿道状況を考慮した土壌雨量指数。L2 降雨対応。〔書籍 A : 雑感 2〕
- 提言 20 : 3 次元点群データの活用は、表面的な形状評価に留めなくて、地盤内部の含水状態とのクロス評価による安定性、危険度の評価に展開すべきである。〔書籍 A : 雑感 9〕
- 提言 21 : トンネルは性能設計に移行すべきである。〔書籍 D〕
- \* 力の設計から変位の設計へ。地震断層対策が参考。今後、道路技術小委員会で検討予定。
- 提言 22 : コンクリート床版の土砂化、砂質地盤の土砂化 (= 液状化) と同様に、舗装・路盤でも土砂化を想定し、土砂化メカニズムに基づく対策をすべきである。〔書籍 A : 雑感 11〕
- \* 土砂化の要因 : 間隙・飽和・繰返し荷重・水圧上昇。メカニズムに基づく効果的な対策。
- 提言 23 : 津波対策では、盛土防潮堤、避難盛土など、盛土構造を活用すべきである。
- 〔書籍 C、LRR I 技術資料 : Vo.1・No.1、資料 B〕
  - \* 侵食に対する粘り強さ。低コスト・高さ保持機能。L2 津波対応が可能。
- 提言 24 : 沿岸部コンビナートでは、盛土を活用した津波対策をすべきである。
- 〔書籍 C、LRR I 技術資料 : Vo.1・No.1、資料 B〕
  - \* 狭域多重防御。津波に対するフロント防災。後背地への影響の抑制・防止。
- 提言 25 : 直下型地震に対する建築構造物は、鉛直地震動を考慮した転倒破壊を照査すべきである。
- 〔LRR I 技術資料 : Vol.3・No.1〕〔会員&役員だより : 令和 7 年 3 月号〕
  - \* 能登半島地震の輪島市 7 階建ビルの転倒は軟弱地盤の影響だけではない。従来、想定していない水平地震動と鉛直地震動の同時作用とその影響。津波転倒は浮力と水圧、地震動転倒は鉛直動と水平動。土木分野でも要検討 (橋梁など)。
- 提言 26 : 地震断層対策の姿勢は、「避ける、追従する、吸収する、誘導する」があり、それぞれで構造的などの知恵を出し、工夫すると防止・抑制ができる。〔書籍 D、資料 B〕
- \* 地震断層との共生。全段階最適。技術力・知恵の発揮。
- 提言 27 : “粘り強い” で望ましいのは、時間が経過しても構造物の機能保持に関わる「基本構造は破壊しないこと」である。盛土は多様な粘り強さがあり、活用すべきである。〔書籍 A〕
- \* 一般的な “粘り強い” は “いずれ壊れる” であり、時間稼ぎ。人命だけでなく、資産も守る。盛土の粘り強さ : 耐侵食性・難透水性・越流抑制性・柔軟性・耐久性・自然性。
- 提言 28 : 橋梁のアプローチ盛土の変状対策は、盛土強化技術を活用すべきである。
- \* 能登半島地震に留まらず、既往の地震でも恒常的に発生しているアプローチ盛土の段差発生。踏掛版に留めなくて／万能ではない。補強土壁工法の活用。擁壁工指針に反映。

提言 29：技術者は「想定外」と言い訳をしないで、可能な限り想定し、対処すべきである。

[書籍 A、書籍 B、資料 B] [会員&役員だより：令和 5 年 11 月号]

\*専門性を向上し、想定外を減ずる。対処方法は多様。全体最適で対応。

提言 30：防災・減災、国土強靱化は、様々な事象は個別最適と全体最適の視点、姿勢により、永続的に臨むべきである。[書籍 A、資料 B]

\*道路：ネットワーク最適。河川：流域治水。シーズの深化／ニーズの対応。

木を見て森も見る。戦術から戦略：シーズオリエンテッド。戦略から戦術：ニーズオリエンテッド。防災・減災、国土強靱化のための 3 か年緊急対策→防災・減災、国土強靱化のための 5 か年加速化対策→第 1 次国土強靱化実施中期計画（2026～2030）

以上、これまでのプロセスにおいて、特に、気になっている課題を、13 の提言&予告と 17 の提言として提起しましたが、これらは私自身の技術者としての下記の 3 つの認識、思いによるものです。

まず、道路土工構造物技術の改定の意義、位置付けについては、下記の懸念と願望があります。

- (1) 道路土工構造物技術基準では、2025 年の改定は 2015 年の基準策定から 10 年が経過していますが、2025 年の改定後の 10 年が失われた 20 年にならない改定であることを願います。
- (2) 道路土工構造物技術基準の改定を受けた指針類の改定には、今後数年の歳月が必要ですが、のと里山海道・穴水道路の本復旧では、指針類の改定を先取りした、言い換えると、従来の仕様規定、成功体験に捕らわれず、再度災害防止のための権限代行らしい新しい技術・工法の積極的な導入が望まれます。それらの導入技術は、将来（数年以内）の指針類の改定に有効に反映されることが期待できます。

次に、基準類の意義、位置付けは、現在は、相応の技術水準にある技術者であれば、誰でも容易、客観的かつ合理的に設計ができ（誰が設計しても同じ結果）、適用方法を間違えない限り、会計検査でも問題とされない公認の手段です。しかし、その遵守だけでは、現地の状態・条件に即しているとは言えませんし、個人間あるいは会社間の技術的差別化が図れませんし、いずれ AI が代替するようになり、土木技術者が不要になる恐れが大であります。

一方、土工構造物は橋梁、トンネルとは違う「全段階最適」が必要な固有性により、基準類の仕様が現地条件に適合することはほぼ無いと言える（とりあえず、割り切って規定している）ため、真の技術者は、現地の状態・条件を把握し、評価し、それらを踏まえた構造設計、対策の提示をすることが望まれます。言い換えると、基準類の仕様は標準的な一般的規定であるため、特に、重要な土工構造物の場合、現地の状態・条件に即した合理的構造、効果的対応のためには、下記のように、安易な見なしに流れないなど、単に仕様を遵守させるだけではなく、現地の状態・条件を踏まえた検討をする（技術者の専門性が必要とされる）ように、誘導する基準類でもあることが必要であり、基準類の使命と言えます。

- (3) 基準類は技術の進歩を左右するものであり、[規定が安易であれば、技術も安易に流れる、進歩が削がれる、人材が育たない] になり、[規定が検証の必要性を促すと、技術の深化に繋がる、技術の進歩が促され、真の技術者の人材育成・技術の社会的地位向上が図れる] と言えます。

皆様には、上記の提言あるいは予告を頭の片隅に入れておいて頂き、今後の関係機関の動向、進展を注視して頂くこと、それぞれの提言あるいは予告が一つでも多く実現されることを願っています。

(2025.9.1：防災の日、LRRI 顧問：常田)