

## 土工部の老朽化がもたらす諸問題と研究課題の方向性に関する調査

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平19

担当チーム：土質チーム

研究担当者：小橋秀俊

### 【要旨】

今後の社会資本整備では、既存の膨大な社会資本ストックの全壊を極力避け、補強、補修、日常管理で延命させることが、財政・環境の両面から避けられなくなっている。本研究では、土構造物における老朽化の定義、性能や限界状態の考え方、補強・補修技術の現状、土構造物の維持管理に関して取り組むべき研究の方向性について検討を行った。その結果、変状による保全対象物(人)への影響度を知る評価法の開発、破壊実験などの壊れ方から維持管理や補修補強の着眼点を推理する研究、増設や装脱着ができるようにしておくべき部分の研究などが必要であるとの見解が得られた。

キーワード：土構造物、老朽化、維持管理、性能、限界状態

### 1. はじめに

今後の社会資本整備では、既存の膨大な社会資本ストックの全壊を極力避け、補強、補修、日常管理で延命させることが、財政・環境の両面から避けられなくなっている。土構造物においても重大な老朽化現象とそうでないものを分別し、長期修繕計画(全面改修、補強、補修、日常管理などの方法や時期)を立てることが不可欠となる。本研究では土構造物における老朽化の定義、性能や限界状態の考え方、補強・補修技術の現状、土構造物の維持管理に関して取り組むべき研究の方向性について検討を行った。

### 2. 研究方法

#### 2.1 老朽化の定義に関する文献調査とブレインストーミング

土構造物における「老朽化」の定義について、土木学会、地盤工学会などの検討例を調査し、所内でブレインストーミングを行った。

#### 2.2 性能及び限界状態の考え方に関する文献調査とブレインストーミング

老朽化の程度を示すものが限界状態であるとの認識の下、学協会を対象に文献調査を行い、そのなかから実務に役立つと思われる(社)建設コンサルタント協会近畿支部「斜面防災研究委員会」報告書(委員長：神戸大学沖村教授)などをもとに、土構造物性能や限界状態の考え方について整理し、所内でブレインストーミングした。

### 2.3 土構造物における補修、補強対策技術の現状について

土木及び建築関係の技術審査証明機関を対象に、最近の審査証明における土構造物の補修・補強対策に係る案件の動向を把握した。

#### 2.4 独法土研の研究の方向性に関する考察

2.1から2.3をもとに、独法土研が土構造物の維持管理の分野で行うべき研究について考察を行った。

### 3. 研究結果

#### 3.1 土構造物における老朽化の定義について

既往文献から土構造物の「老朽化」を定義した見解は見出せなかった。しかし、地山や切土斜面に対しては類義語として「劣化」という用語がある。「劣化」とは外的作用の繰り返しの下で残留強度や剛性が低下したりすることを指し、進行性破壊、遅れ破壊などの現象として現れる。他方、造成盛土や人工材料と複合している土構造物の場合には、土の部分の劣化を伴わず、沈下や変形などが発生するなど、老朽化現象に多様性がある。そのため、所内でさらにブレインストーミングを行い、土構造物の老朽化を表1のような概念として整理した。

1) 必ずしも土自体の劣化を指すわけではなく、経年変化(異常外力に起因しない)により、期待される性能が低下することである。現象としては「沈下」「変形」「侵食」「流失」「目詰まり」「強度低

表-1 土構造物における老朽化の定義について

○老朽化:古くなって、役に立たなくなること。

○土構造物の老朽化:経時変化によって、沈下などの現象が生じ、土構造物本来の機能に係る性能が低下すること。

素因	原因	現象	機能低下の程度	老朽化の定義
人為的ミス (調査不足, 設計ミス, 施工不良)	なし	沈下, 変形, 侵食, 流出, 閉塞, 目詰まり, 強度低下	遅い, 小さい	老朽化
			速い, 大きい	-
	あり	沈下, 変形, 侵食, 流出, 閉塞, 目詰まり, 強度低下	速い, 大きい	老朽化
			速い, 大きい	-

人為的ミスの度合いは、土質調査、解析技術、施工技術の進捗度に依存する。

下」などが挙げられる。

- 2) 経年的な要因と人為的なミス（調査、設計、施工などの不良）とが複合している場合が多い。そのなかで、経年的な要因のみによるものが「狭義の老朽化」、人為的なミスも含むものが「広義の老朽化」と言う定義が可能である。どこまでが経年変化で、どこからが人為的ミスかの明確化は難しい。
- 3) 人為的ミスの度合いが大きいと、大きな性能低下が生じたり、低下速度が速くなる。人為的ミスの度合いは土質調査、解析技術、施工技術の進捗度に依存する。

### 3. 2 土構造物における性能及び限界状態の考え方について

(社)建設コンサルタンツ協会近畿支部「斜面防災研究委員会」報告書（委員長：神戸大学沖村教授）<sup>1)</sup>をもとに、土構造物の性能や限界状態の考え方を整理し、所内でブレインストーミングを行った。

<性能について>

- 1) 土構造物の性能は大きく「安全性」「施工性」「維持管理性」「環境・景観性」からなる。「安全性」は耐荷力、「施工性」は品質管理のし易さや現場作業のし易さ、「維持管理性」は点検や補修補強のし易さを指す。
- 2) 同じ土構造物であっても、事業や目的毎（住宅、鉄道、道路など）に要求される性能が異なる。
- 3) 性能は対象物を明確にしたうえで設定する必要がある。例えば、「安全性」には土構造物自身と対人対物（利用者、占用物、周辺）との両方の視点が、「施工性」にも施工者と工事の影響を受ける第三者に対する視点が、維持管理性にも管理者と利用者に対する視点がある。

- 4) 「安全性」は時間とともに低下する性能であるが、現行の設計施工指針にはそれが明確に考慮されていない。

<限界状態について>

- 1) 限界状態は性能低下の程度や進度を表す判断の目安である。したがって、同じ現象であっても保全対象物によってその重大性は異なる。例えば、道路交通に支障のない路肩の変形でも、排水溝にとっては損壊という終局状態を意味することなどが一例である。
- 2) 土構造物が崩壊する寸前（次の外力が作用すると崩壊）の状態が「終局限界状態」であるが、想定しなければならない崩壊形態（終局限界）が一種類とは限らない。また、待ち受け型の防護工においては、崩落物の収容スペースが終局限界となる。
- 3) 「使用限界状態」は保全対象物（土構造物自身、道路、住宅など）に迷惑がかかってはいるが、保全対象物が使用可能な状態を示す。しかし、使用できる状態の解釈には幅があり、極端に言えば崩れる寸前の状態（終局限界の直前）まで、保全対象物が使用できるという解釈もありうる。
- 4) 「修復限界状態」とは、土構造物を大きく改変しない修復方法によって、崩壊や倒壊（終局状態）を回避できる状態を指す。鉄筋挿入や地下排水孔の増設などが一例に挙げられる。しかし、これらも新たな設計行為が発生するという点では、修復ではなく補強（ないし改修）との見方もできる。修復方法の定義によっては、土構造物では修復限界を満たしていない状況が、大部分ということもあり得てしまう。

5)特に、「使用限界状態」「修復限界状態」には、土構造物を使用・修復する技術力、使用・修復に必要な立地条件なども関わる。変位や変形量などの定量指標のみから、限界状態を確定することは難しい。限界状態の判断基準を示すにあたっては、参照事例を用いた方法の導入も必要と考えられる。

### 3. 3 土構造物における補修、補強対策技術の現状について

技術審査証明案件における、土木分野の既設土構造物の補修ないし補強対策に関する新技術については、下水の更正管分野などを除くと低調であることがわかった。建築分野の土工においては、住宅基礎の沈下修正工法、既存不適格擁壁の改修工法などがある。建築分野では平成12年度に品確法が施行され、住宅基礎については、10年間の瑕疵担保責任の対象となる構造耐力上の主要部とされた。既存物件についても新築の品質保証制度に準じて、いろいろな沈下修正工法が適用されてきているが、各工法の適用基準は未整備の状況である<sup>2)</sup>。

### 3. 4 独法土研が取り組むべき研究の方向性に関する考察

今後、独法土研が土構造物の維持管理について取り組むべき研究として、以下の方向性が挙げられる。

- 1) 修復技術や使用技術の有無が、限界状態内か否かの判断要素となることもある。修復ないし使用限界内となるためには、対応できる技術が存在していなくてはならず、技術開発を先導する基礎研究を担う必要がある。
- 2) 土構造物の設計安全率からは、保全対象物(人)への影響、すなわち、対象物が置かれている限界状態を知ることはできない。変状に対する影響度を知る評価法の開発が必要である。
- 3) 限界状態と補修・補強対策との関係の把握の際に、事例集積からの研究アプローチだけでは、有意な事例数を確保できない場合がある。実大実験で壊してみても、修復できない壊れ方、突発的な壊れ方を予察し、好ましくない壊れ方から維持管理や補修・補強工法のヒントを得る研究アプローチも重要である。
- 4) 老朽化の進行が速い部分、本体の変状を受けて性能を失う部分(例えば、排水施設など)を究明し、本体から装脱着できるような構造形式にするなど、土構造物の構造設計にライフサイクルの概念を持ち込むための基礎研究が求められる。

## 4. まとめ

本研究により得られた成果をまとめると、以下のとおりである。

- 1) 土構造物の老朽化は、土自体の劣化と言うより、経年変化による性能の低下と考える方がよい。
- 2) 同じ土構造物であっても事業や目的毎、保全対象物によって要求される性能が異なる。性能低下の程度や進度を表す限界状態についても同様である。
- 3) 「使用限界状態」「修復限界状態」は、変位や変形量の大小だけで決められない。修復するための手段の有無なども大きな決定要因である。
- 4) 技術審査証明案件における、土木分野の既設土構造物の補修ないし補強対策に関する新技術については、下水の更正管分野などを除くと低調である。
- 5) 限界状態の定義に基づいた性能設計(性能低下の時間軸を持った)は、修復技術などがあってはじめて成立すると考えられる。今後、独法土研としては、その技術開発を先導する基礎研究を行う必要がある。
- 6) 限界状態を規定するための、保全対象物に生じる影響の評価法、破壊実験などから維持管理や補修・補強の着眼点を推理する研究、本体から装脱着したり増設できる構造形式にしておく部位の研究などが必要と考えられる。

## 参考文献

- 1) (社)建設コンサルタンツ協会近畿支部「斜面防災研究委員会」報告書(委員長:神戸大学沖村教授), 2008年
- 2) 基礎工, Vol.35, No.8 戸建住宅基礎・地盤の障害と対策, 2007年8月

# **SURVEY OF PROBLEM BY SUPERANNUATION OF EARTH STRUCTURE AND RESEARCH DIRECTION**

## **【Abstract】**

In the development of Japanese social capital, we are required to avoid total destruction of existing enormous stock of the social capital, to prolong its life span by reinforcement, repairing, or ordinary maintenance in the future, from the point of the financial condition as much as environmental preservation. In this study, I examined the definition of the superannuation, performance limit state, the present state of reinforcement and repair technology in the field of earth structure, and suggested what research would to be done by PWRI. As a result, I got the outlook that the studies related to the influence on many kinds of object by earth structure's extraordinary situation, related to the method of getting viewpoint of maintenance from the collapse experiment, related to the what part of earth structure to be easily removed for renewal

**【Keywords】** Earthstructure, superannuation, maintenance, performance limit state,