

地球温暖化に伴う気候変動に対する地盤工学的適応策

茨城大学 フェロー会員 安原 一哉

1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変動の対応策は緩和策と適応策に分けられる。地盤工学においてもこのような観点から貢献できる分野は多々あると考えられるが、そのような方向性を意図した技術の整理はまだ行われていない。ここでは、このような目的に適うと思われる具体的に有望な地盤技術の例を紹介しその将来的な展望を概観してみたい。

2. 環境問題と災害問題～環境と災害におけるミチゲーション～

地盤工学の立場から地球温暖化に対する緩和策として考えられることは、二酸化炭素を地中に封じ込めるとか二酸化炭素を利用した地盤改良技術とかがこれに該当する。

一方、温暖化への対応策としては、適応策の重要性が最近特に重要視されるようになってきた。地盤災害においては、温暖化による事象と温暖化とは関係のない事象が重なりあうときに生じる複合的災害がとりわけ重要である¹⁾。地震災害を防止するという立場から災害を低減するという概念が定着し始めたのは兵庫県南部地震以来と考えられるが、この災害の低減を目指す思想は地球環境問題の一つである地球温暖化がもたらす影響への対応策のうち、適応策に相当すると著者は理解している。

IPCCによれば温暖化に伴う気候変動がもたらす災害への適応策とは、防護(Protection)、順応(Accommodation)、計画的撤退(Planned retreat)を含むとされている。災害に対する地盤工学的な適応策として、上記の地球環境問題への適応を踏まえて、著者²⁾は表1のような分類を提案したことがある。これは、原沢³⁾や三村^{4),5)}によって提案された地球温暖化にともなう気候変動に対する適応策を参考にしたものである。

上記に掲げたものは防災や減災の立場からの技術を、地球温暖化に起因する気候変動が引き起こす災害への適応策という考え方から、さらに分類・細分を行って、効率的な災害対策へ繋げていこうというものである。これに、従来の防災技術、あるいはこれから開発されるであろう新しい地盤防災技術を繋げて行って、防災・減災政策を地球環境政策に反映させていくというのが次のステップの課題である。さらに、これらをアジア太平洋地域に展開していくことも忘れてはならない。そのための国際ネットワーク作りが必要である。著者らは、今その準備を始めている。

表-1 地盤災害に対する適応策の例^{1),2)}

	防護	順応	計画的撤退
堤体構造物損傷	<ul style="list-style-type: none"> ・堤防の嵩上げ ・遮水工 ・早期警戒システム・避難体制 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハザードマップ ・土地利用形態の変更 ・危険地域での厳しい規制 ・災害保険 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市計画・土地利用計画による開発抑制 ・危険の高い地域からの移住 ・移住のための公的補助金
液状化	<ul style="list-style-type: none"> ・地下水位監視 ・地下水位低下/盛土 ・エネルギー節約型地盤改良・地盤補強 ・地中壁打設 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハザードマップ ・土地利用形態の変更 ・危険地域での厳しい規制 ・災害保険 	<ul style="list-style-type: none"> ・都市計画・土地利用計画による開発抑制 ・危険の高い地域からの移住 ・移住のための公的補助金
斜面崩壊	<ul style="list-style-type: none"> ・抑止杭 ・早期警戒システム・避難体制 ・エネルギー節約型地盤改良・地盤補強 	<ul style="list-style-type: none"> ・ハザードマップ ・リスクマップ ・危険地域での厳しい規制 ・災害保険 	<ul style="list-style-type: none"> ・土地利用計画による開発抑制 ・危険の高い地域からの移住 ・移住のための公的補助金

キーワード 地球温暖化、気候変動、地盤災害、適応策

連絡先 〒319-1417 茨城県日立市かみあい町3-23-6 TEL 0294-42-0464

3. 廃棄物を利用した災害低減技術

災害を低減させる技術は数多く提案されているが、昨今の社会情勢を考えると、コスト削減と環境負荷の低減を満足する技術が望まれる。環境負荷の低減という立場からは、廃棄物を有効利用する技術が提案できれば理想的である。

言うまでもなく、廃棄物を有効利用することはいまの地盤工学の主要な課題の一つである。地盤改良や地盤補強の現場で有効に使われつつある。鉄鋼スラグや石炭灰は古くから利用が試みられているし、汚泥や建設残土の利用は強い社会的要請を受けて技術開発の研究が盛んである。ただ、ここで取り上げている、“環境負荷低減”と“地盤災害低減”を両立させることができる技術の開発はまだ不十分である。理想的に言えば、これに、“コスト削減”をも満たすことができれば、“夢の地盤技術”ということになる。

著者らのグループは産業廃棄物の一つである、廃棄タイヤを利用した地震時地盤災害低減技術の開発を行っている。この技術は、上述した環境負荷低減と災害低減の両方の要求を満たす事例の一つである。

著者ら⁶⁾は、この古タイヤの建設分野への有効利用技術のうち、古タイヤそのままを適用する技術を除いた、シュレッズとチップスの適用事例を紹介したことがある。これらの技術は、土と混合するものと混合しないでそのまま適用するものに大別される。すわわち、①タイヤチップスと土とを混合する技術：(i) 粘性土との混合：靱性の高い遮水材料、(ii) 砂質土との混合：液状化の低減、②タイヤチップスと土とを混合しない技術：(i) 護岸背面に敷設してクッション材として機能させる、(ii) タイヤチップを礫材の代わりに適用しグラベルドレーンとして機能させる、(iii) タイヤチップス層を裏込めに水平敷設して耐震性を向上させる

これらの技術は、すでに実務に生かされて施工事例を有するものから、まだ、研究段階にあつて課題を残しているものもある。今後はこれらを克服して地盤災害への適応技術として発展させたいと考えている。

4. あとがき

気候変動に伴う地盤災害への適応策の考え方と可能性のある適応地盤技術の例を概観した。今後は、地盤災害低減技術を総括して、適応策という立場から整理をし直してみたいと考えている。

参考文献

- 1) 安原一哉: 地球温暖化と複合地盤災害, 地盤工学会誌, 57(4), pp. 1-5.
- 2) 安原一哉・小峯秀雄・村上 哲・陳 光斉・三谷泰浩・田村 誠: 温暖化による気候変動が地盤災害に及ぼす影響, 地球環境, 14(2), pp. 247-256.
- 3) 原沢英夫・一ノ瀬俊明・高橋潔・中口毅博: 10章 適応、脆弱性評価, 原沢英夫・西岡秀三(編), 地球温暖化と日本—自然・人への影響予測第3次報告, 古今書院, 2003.
- 4) Hay, J.E. and N. Mimura: Supporting Climate Change Vulnerability and Adaptation Assessments in the Asia-Pacific Region – An Example of Sustainability Science, *Sustainability Science, Springer*, 1(1), pp. 23 -35, 2006.
- 5) 三村信男: 地球温暖化対策における適応策の位置づけと課題, 地球環境, 11(1), 国際環境研究協会, 2006.
- 6) Hazarika, H. and Yasuhara, K. (Editors) Scrap Tire Derived Geomaterials-Opportunities and Challenges-, Taylor & Francis Co LTD, 2008.

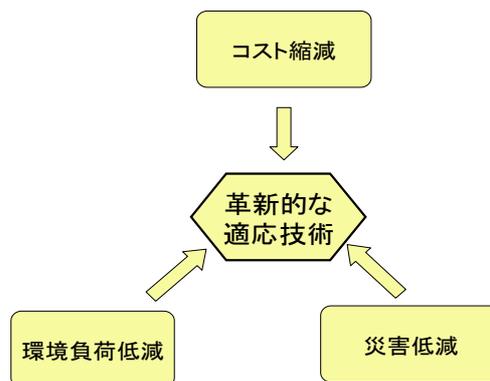


図-1 理想的な適応技術

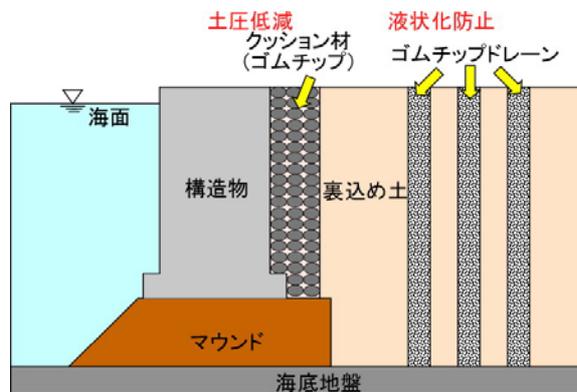


図-2 タイヤチップを利用した耐震護岸