

■宅地盛土の地震時被害軽減を目的とした地盤技術者のアウトリーチ活動

Outreach efforts to increase awareness of the seismic hazards associated with filled land in residential area

太田英将* Hidemasa OHTA/有限会社太田ジオリサーチ Ohta Geo Research Co., Ltd.

廣野一道 Ichidou HIRONO/浄土真宗寶福寺 Houfuku-ji

林 義隆 Yoshitaka HAYASHI/有限会社太田ジオリサーチ Ohta Geo Research Co., Ltd

美馬健二 Kenji MIMA/有限会社太田ジオリサーチ Ohta Geo Research Co., Ltd

キーワード：アウトリーチ，盛土，地震，技術者，職責

Key words : outreach, embankment, earthquake, engineer, responsibility

1. はじめに

アウトリーチとは、大切な情報を知らない人に手を差し伸べて伝えることを言うが、技術・研究分野においては啓発活動・教育活動を意味する。

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震は都市域に発生した大地震であり、都市特有の地盤問題を顕在化させた。釜井ほか(1996)¹⁾は、地震直後の丘陵斜面上に多くの斜面変動を発見し、詳細に記録している。この時のデータが、その後の宅地谷埋め盛土の地震時変動研究の基礎となった。

その後、2003年年宮城県北部地震における築館町の盛土崩壊、2004年新潟県中越地震における長岡市を中心とした造成宅地での盛土崩壊などで、造成地盛土の地震時における危険性が認識されるようになった。そして、住宅造成に関する耐震性の導入を主眼とした宅地造成等規制法の改正及び宅地耐震化推進事業の創設が2006年に行われた。

宅地耐震化推進事業では、大規模造成地から盛土を抽出する第一次スクリーニングが行われ、危険度が高いと考えられる箇所の詳細調査(第二次スクリーニング)が実施されることになっている。その結果、危険と判定された盛土造成地は「造成宅地防災区域」として指定され、宅地所有者等に対して必要な勧告および命令を行うことができるようになった。これにより、「事前に」地震時の対策を行い安全性を高めることができる。しかし、本稿執筆時点(2011年3月)での指定箇所は、2007年新潟県中越沖地震で被災した新潟県柏崎市山本団地地区の「事後対策」のみである。

阪神地区が被災した後、この地域の宅地盛土変動箇所は、すでに整地され新たな住宅が建設され居住されている。他の地域の変動盛土についても、耐震化がされずに整地程度で住宅再建が行われている箇所が多いものと推察される。これでは危険性が内在されたままである。宅

地耐震化は、住宅が存在する時よりも、建て替え時等の更地の状態で行うことがコスト的にも安価で行えるが、現状ではその機会を逸していることが多いと危惧している。

さらに、問題は全国に膨大に存在する“適正に”造成された大規模盛土が、地震時に滑動する可能性が高いということである。このため、筆者らは一般市民やデベロッパー、行政が地震時に造成地盛土が変動する可能性があり、適切な対策を行う必要性を認識することが最重要と考えている。なぜなら、宅地耐震化事業では宅地地盤の破壊に伴う家屋の被害は個人資産であるため保護対象に含まれておらず、一団の盛土が滑動することによって、近隣地域に被害を及ぼすのを防止することが目的だからである。すなわち、他者(道路や鉄道などの公共インフラ)に被害を与える可能性については公助を行うが、個人資産保全については従来通り自助が基本なのである。

本稿では、この問題に取り組んだ地盤技術者・行政官としてのアウトリーチの活動経緯や、直面した問題点などをご紹介します。

2. 研究の経緯

地震時に盛土地盤が変動することは、1968年十勝沖地震で東北本線盛岡～青森間の盛土構造物が大きな被害を発生したことや、1978年宮城県沖地震で仙台市緑ヶ丘などで谷埋め盛土が地すべりの変動をしたことで専門家の間では知られていた現象である。

特に十勝沖地震では東北本線向山～三沢間に設置されていた間隙水圧計で地震の瞬間の圧力上昇が計測され²⁾、その後振動台実験によって間隙水圧上昇が主要因であることが明らかにされている。

しかし、宅地盛土については被災事例数が少ないことからメカニズムを明らかにするに至らなかった。

このため本格的な研究の発端は、先に示した釜井ら(1996)¹⁾の詳細な現地調査結果と言ってよい。同じ地域でも変動した盛土と、変動しなかった盛土が混在することや、埋没している地山傾斜角が緩いものでも変動して

* 連絡著者 / corresponding author
〒651-1432 兵庫県西宮市すみれ台3丁目1番地
3-1, Sumiredai Nishinomiya, Hyogo

いるところが多いこと、盛土材の強度に大きな違いがないことなどから、従来の土質工学の常識とは異なるメカニズムが変動の原因であることが推察された。

小林 (2000)³⁾は、阪神間のデータを用いて変動・非変動盛土の変動要素の解析を行い、「幅/深さ比」が支配的であることを明らかにした。釜井ほか(2000)⁴⁾、(2004)⁵⁾ではより詳細な変動解析がおこなわれ、太田ほか(2006)⁶⁾では簡易力学モデルに拡張し汎用化がおこなわれた。中埜ほか (2009)⁷⁾は、阪神地区の事例で構築された3つの評価法を、中越沖地震の被災個所で検証した結果、簡易力学モデルの正答率が最も高いことを明らかにした。

しかし、個人資産である宅地盛土では被災後早急に復旧がなされるなどの理由で詳細な地盤データ収集が困難であったため、土質試験結果に基づく土質力学的な事例検証はあまり行われていない。

3. 法改正に関わるアウトリーチ活動の経緯

3.1 宅地造成等規制法の一部改正まで

兵庫県南部地震における阪神間の造成地盛土の変動が顕著であったため、釜井らをはじめとして何人かの研究者が、地震時に盛土が崩落する危険性を指摘している。しかし、後述するヒアリング結果でも明らかのように、当時は家屋やビル・橋の倒壊等、他に緊急に対応するものが多々あり、盛土変動に関する具体的な調査や整理はほとんど行われていなかった。

筆者らは、地震時の盛土変動には免疫性がなく、大地震が起これば再び同じ場所が変動するので、住民にその危険性を周知させる必要があると考えた。実際に、新潟県刈羽村では、2004年中越地震で変動した箇所が、2007年の中越沖地震でも再び変動した。

このため、筆者らはメカニズムが大まかに明らかになってきた2000年ごろから、(社)日本技術士会近畿支部の活動などいくつかのチャネルを使って、兵庫県・大阪府内のいくつかの自治体や、内閣府防災担当に対し、造成地盛土が地震時に変動する危険があることの情報一般市民にも広く広報することをお願いして回った。しかし、研究過程にある話を行政から直接広報することに対しては難色を示された。唯一、最大の被災地である神戸市が、「行政から直接情報提供するのは難しいが、市民に知らせるべき情報であると考えるので、例えばNPOなどからワンクッションおいて情報提供してはどうか」との示唆を受けた。

そこで、2004年4月にNPO法人として「都市災害に備える技術者の会」(以下、「NPO」と略す)が設立認可を受け、法人として情報発信を行う体制を整えた。そして、その年の10月に新潟県中越地震が発生した。

この地震では旧山古志村が大きな被害を受けたが、全村避難となり立ち入りが規制されたことから、報道機関は長岡市高町などの盛土の崩落現場を繰り返し中継した。このことによって地震時に造成地盛土の持つ危険性が一

般市民に知られるようになってきた。

3.2 宅地造成等規制法の一部改正作業中

法改正当時、個人資産である宅地を公的資金により耐震化するという事は、税金で個人の資産の価値を高めるということに繋がるため不可能なことだった。しかし、大規模盛土が地すべりの変動(「滑動崩落」と命名された)を起こしたときの影響が甚大かつ広範であり、多数の住宅のみならず道路や鉄道などのインフラに被害を与える大規模造成地盛土の滑動崩落防止は個人で対応すべき範囲を超えている。このため、公的介入をすべき必然性があると考え、公的資金を宅地の耐震化に投入する決断がなされた。

NPOは法改正にあたってのバックアップを行うこととなった。その際、あらためて兵庫県南部地震の被災地の状況を再整理した。

兵庫県南部地震で宅地盛土の変動が確認された宝塚～須磨について丘陵地の造成地面積と盛土箇所数・面積および変動率を調査した。ソースデータセットは、小林(2000)³⁾、釜井ほか(2000)⁴⁾で用いられたものと基本的には同じ(図-1参照)であるが、分岐した谷埋め盛土を細かく区分したため箇所数は相対的に多くなっている。

丘陵地の造成地総面積約2,700haに対し、その中の盛

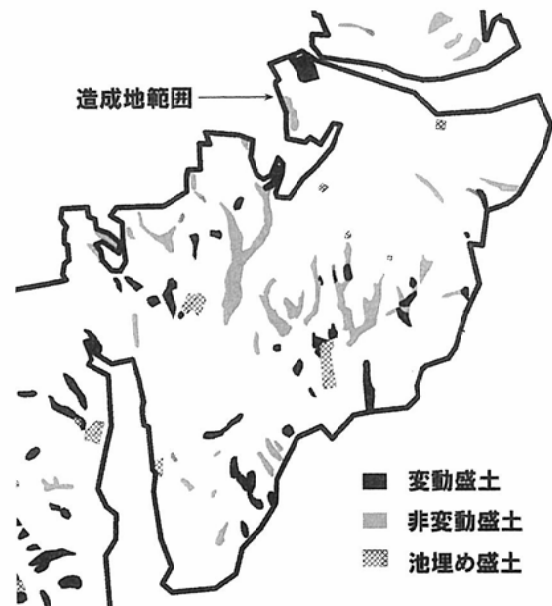


図-1 谷埋め盛土分布図の一部

表-1 宝塚～須磨間の造成地内の盛土賦存率と変動率

	谷埋め盛土		溜池盛土	合計
	変動	非変動	(変動)	
面積(ha)	83.6	140.0	47.5	271.1
(率)	(31%)	(52%)	(17%)	
箇所数	122	177	107	406
(率)	(30%)	(44%)	(26%)	

※造成地の総面積は、2,665ha
※溜池を埋めた盛土は全箇所変動

土面積は約270haと10%である。これには整地のための小規模盛土は含まれていない。

なお、丘陵地は花崗岩類よりなる六甲山地の麓にあり、地質的には大阪層群（砂岩・泥岩主体）や六甲山地起源の扇状地堆積物（土石流堆積物）が主体である。六甲山麓に位置するため盛土が花崗岩起源のマサ土主体と誤解されることが多いが、必ずしもそうではない。表-1に阪神間の造成宅地内の盛土賦存率と変動率集計表を示す。

造成地内の盛土箇所だけに着目した集計表を表-2に示す。溜池を埋めた盛土は全て変動しているが、それを除いた谷埋め盛土においては変動した盛土より変動しなかったものの方が、面積、箇所数ともに多い。このことは、「盛土=危険」という短絡的判断は間違いであることと同時に、危険性（安全性）判定方法の必要性があることを示している。

阪神間の丘陵地において全ての箇所が同じ揺れだったわけではない。揺れの大きさによって変動率が異なると考えられ、震度と変動・非変動の関係を集計した（表-2）。これによれば、谷埋め盛土は、震度5強以下ではほとんど変動していないことが判明した。谷埋め盛土変動は震度6以上で発生した現象であることがわかる。100%変動した溜池盛土を除くと、谷埋め盛土は、震度

表-2 推定震度と変動・非変動盛土の集計表

	谷埋め盛土		溜池盛土	合計
	変動	非変動	(変動)	
面積(ha)による集計				
震度5強	0.1	11.0	0.4	11.5
(率)	(1%)	(96%)	(3%)	
震度6弱	46.8	74.6	16.3	137.7
(率)	(34%)	(54%)	(12%)	
震度6強	16.4	7.6	16.5	40.5
(率)	(40%)	(19%)	(41%)	
震度7	0.0	0.0	6.3	6.3
(率)	(0%)	(0%)	(100%)	
合計	63.3	93.2	39.5	196.0
(率)	(32%)	(48%)	(20%)	
箇所数による集計				
震度5強	1	22	4	27
(率)	(4%)	(81%)	(15%)	
震度6弱	63	94	55	212
(率)	(30%)	(44%)	(26%)	
震度6強	23	14	28	65
(率)	(35%)	(22%)	(43%)	
震度7	0	0	8	8
(率)	(0%)	(0%)	(100%)	
合計	87	130	95	312
(率)	(28%)	(42%)	(30%)	
※推定震度の得られなかった宝塚周辺を除くデータでの集計値である。				

6弱で変動：非変動 = 2 : 3, 震度6強で変動：非変動 = 7 : 3であり、揺れが大きくなるほど変動する割合が大きくなる。震度6弱および6強で集計すれば、43%の谷埋め盛土が変動しているの、およそ半数の谷埋め盛土が変動すると考えてよい。

表-3には、A~Fの自治体およびGの民間企業（ハウスメーカー）にヒアリングを行った結果を示す。ヒアリングは2005年9月に実施した。その結果、造成地の地盤被害が切土か盛土かを意識していたところはなく、ヒアリング時にもほとんど意識されていない現状だった。

表-3 自治体等へのヒアリング結果

相手	ヒアリング回答
A	震災当時、開発申請事務は県が担当しており、市としては平成10年以降委任されているため充分把握できていない。被災証明を出すための資料は残っているが、家屋の損壊が中心であり、宅地が盛土であったかどうかという視点でまとめられたものは無い。有馬高槻構造線沿いで家屋の倒壊が多かったが、山側には被害があまり発生していなかったと記憶している。
B	復旧に当たって、宅地が盛土であるかどうかについての特別の審査はおこなっておらず、あくまでも現行の法律・基準に合致するかどうかという観点から、申請された宅地単位で審査を行った。申請書の概要は平成12年以降閲覧できるようになったが、地震の被害の復旧はそれ以前なので閲覧できない。特例措置として急傾斜地対策として対策が行われた箇所がいくつかある。
C	宅地が盛土であるかどうかという視点でまとめられたものは無い。谷埋め盛土が〇〇町で動いたということは認識しているが、宅造法で対応できること以外は行っていない。現在の基準でも盛土地盤に特別の対応を行うことは無理なのではないか。
D	改善勧告（1918箇所の宅地に対して行った）の元になる調査データ+写真は存在する。これらは現地踏査や通報により作成されたもので個人情報が含まれる。しかしこの帳票に宅地地盤が切土か盛土かなどという視点は含まれていない。改善勧告として行われたものは、ほとんどが擁壁のやり直しである。
E	罹災証明を出したので被害状況は把握しているが、地盤が切土であるか盛土であるかなどの区別はしていない。
F	宅地に関しては、住宅都市整備公団の応援で調査を行った。宅地の擁壁を復旧する場合、道路事業として行う場合があった。当時は家屋の倒壊等、緊急に対応するものがたくさんあり、谷埋め盛土地盤という観点で調査を行っていない。対策については、フォローしていないが、おそらく宅盤の亀裂・段差とうについては整地程度しか行っていないのではないかと。
G (民)	当社では、住宅の倒壊が発生するような地震があった場合、被災地域に建つ自社物件の全棟調査を兵庫県南部地震以降行っております。被害状況の写真等は、保管しておりますが、宅地盛土などのキーワードで、調査や整理を行っておりません。

2004年に発生した中越地震においてあれだけ盛土地盤の崩壊が報道されたにもかかわらず、宅地造成に関する監督機関やハウスメーカーでさえ地震時の盛土変動を認識していないという状態だったのである。

3.3 宅地造成等規制法の一部改正後

法改正後は、公共事業として第一次スクリーニング(造成地内の盛土の抽出)、第二次スクリーニング(詳細調査)という法律の執行作業に入るため、行政機関内においての作業となる。このため、アウトリーチ活動としては、学会活動等で地盤技術者に対しての情報提供と、NPO活動等を通しての一般市民に対しての啓発活動を行っている。

しかし、現段階で一般市民のこの問題に対する認識は極めて低いと言わざるを得ない。いくつかの地震で発生した変動盛土箇所においても、家屋の建て替え時という絶好のチャンスの時期に、まったく地盤の耐震化が行われず家屋が再建され、危険性を内在したままとなっている(例えば写真-1)。

4. 非専門家へのアウトリーチ

専門技術者や研究者が、調査研究の成果を制度改正につなげることは、教訓を制度として固定化し長期的な安全に寄与する大切なことである。しかし、それ以上に非専門家の方々に、都市の地盤の中に潜む危険性を正しく

知ってもらうことが重要である。

筆者らは、NPO活動や学会の活動を通して、造成地に存在する谷埋め盛土の地震時滑動崩落の危険性についてアウトリーチ活動をおこなっている。しかし、具体的に活動をすればするほど、その難しさが明らかになってきた。

以下に対象別の啓発活動について示すが、興味を持って聞かれるのは、地震直後の混乱と対応についての事例であり、科学的・技術的な話題や事前対策の重要性についての理解を促すことができているとは言い難い。

4.1 一般市民向け

度重なる地震や、関連した報道によって、一般市民の中にも宅地の問題に関心を持つ人が少数ではあるが存在する。横浜市で2006年9月に開催した市民向けフォーラム⁸⁾(土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会主催)では、会場からきわめて具体的な相談事例が複数あった。質問はあらかじめ資料が準備されており、自宅の地盤への不安を持つ人が、専門家に尋ねるために参加したのである。フォーラムの成果とは言い難かった。

また、WEBなどを通じての相談にも応じた。それらの事例は、太田ほか(2009)⁹⁾で報告した。

4.2 行政官向け

法改正後、第一次～第二次スクリーニングを行うことが行政の責任となったため、滑動崩落の原理や危険度評価法についての講師派遣依頼に応じ(財)全国建設研修センターで主として行政官向けの講習を行った¹⁰⁾。

自治体が宅地耐震化に消極的になる理由として、国の規準に沿って許可し造成された宅地が、基準が変わったために危険であると公表しなければならないこと、責任追及や裁判が起これかねないことなど、自らを不利な立場に追い込むことが予想されること、などがある。積極的に対応してもらうためには、実態を理解していただくためのアウトリーチ活動が重要である。

また、第一次スクリーニング時に行うべき地表踏査の講習も実施した。基本的に現状では変動しておらず、地震時に変動することが懸念される盛土の地表踏査は通常の土木地質的な踏査とは異なるため、調査目的と成果を明確化させておく必要がある。

第一次スクリーニングでは、新旧地形のDEMの差分によって盛土を抽出されるが、現地では表-4の事項を確認する必要がある。特に(1)～(3)が重要であり、現地での判定方法を表中に示す。

4.3 自主防災会向け

自治会組織に併設された自主防災会が各地にある。実際に防災活動に関心の高いところもあり、NPOと連携して行事を行うこともある。

大規模造成地にある新興住宅地においては、造成盛土宅地には関心が高く、試みに造成前と造成後の都市計画図(1/2500縮尺)から谷埋め盛土の分布と危険度評価を依頼されることがある。



平成7年1月



平成20年5月

写真-1 兵庫県南部地震で変動した谷埋め盛土に建設された分譲住宅

表-4 調査項目と着目点

項目	着目点等
(1) 本当に盛土が存在するかどうか	DEM 差分から盛土と推定されても, 実際には盛土とは言い難いものも含まれる。地表傾斜が急勾配の場合には, 旧地形図と新地形図の座標位置が少しずれているだけで, 厚い盛土や切土がDEM 差分でできやすいので注意が必要である。盛土の分布は, 末端部については周辺部の尾根地形が残っているかどうか, 造成地内では盛土部は微小な沈下が発生しやすく, 構造物に小規模なクラックが発生する機会が多いので, それらの分布状況から盛土境界・盛土範囲を推定する。
(2) 切盛境界・盛土範囲が適切かどうか	
(3) 地山の傾斜方向が正しいかどうか	谷埋め盛土造成地の地表面勾配は, 盛土厚が比較的薄い場合(造成規模が比較的小さい)には旧地表勾配と整合的になる傾向がある。しかし, 新地形DEM の情報を地形図からつくる場合, 住宅地内の標高の読み取りが難しく, 傾斜方向を見誤る場合が多い。このため腹付け盛土を谷埋め盛土と判定したり, その逆になることもある。
(4) 現時点で深刻な盛土変状が発生しているかどうか	「滑動崩落の危険性」以前の問題であり, そのような変状のある盛土は, 早急に手当する必要がある。
(5) 盛土の地震時滑動崩落に対して影響のある情報が確認できるかどうか	滑動崩落現象は, 地下水の豊富さと, 盛土内排水施設の不良が直接的な危険要因となる。このため恒常的に湧水が確認されるような場所は要チェックである。しかし, 盛土内の排水施設(暗渠)は一般に地下にあり, その状況を確認できることは多くない。排水設備が不十分であっても, 地山の透水性が高い場合には, 地下水が盛土内に溜まらず, かつ地震時の過剰間隙水圧も発生しにくいので要チェックである。(表層部以外の盛土材質は現地踏査ではわからない)
(6) その他, 保全対象, 避難地などの情報	机上調査と合わせて正確性を向上させる。

しかし, その結果を地域住民に公表することに対しては, 非常に拒絶反応が強い。同じ地域内に, 地盤の良い場所に住む人と, 危険性の高いところに住む人が混在する住宅地なので, 公表によって良好な近隣の付き合いに大きな支障が生じると予感させるようである。

5. 現状の問題点

5.1 データ不足の問題

兵庫県南部地震(1995), 宮城県北部地震(2003), 新潟県中越地震(2004)後にも, 能登半島地震(2007)における能登有料道路の盛土崩壊, 新潟県中越沖地震(2007)の宅地盛土変動, あるいは駿河湾を震源とするM6.5の地震(2009)による東名高速盛土崩壊などが続いて発生している。

その都度, 崩壊メカニズムに対する研究がおこなわれているが, 地震による盛土崩壊現象はサンプル数が少ないことや, 事前の地盤データの収集が困難であることなどから容易に解決できる種類のものではない。

しかし, 地震によりある条件を持つ盛土が変動すること, その変動に地下水が関与していることに関してはほとんど異論がないところである。

5.2 事前対策の必要性和工法開発の問題

メカニズムが詳細に解明されるまでにも, 全国では造成地盛土内で家屋の更新が数多く行われる。その絶好の機会に宅地耐震化を行わないことは, 地震の活動期に入ったと考えられている時代に, 災害の新たな原因づくりをしていると言える。

少なくとも外力(震度6以上の地震動)と, その結果(谷埋め盛土の約半数が変動する)がわかっている以上, その事実を市民に伝えることが重要である。そのことによって, 家屋の建て替え時などに防災を意識した地盤補強を行うことができる。

また, 地山勾配が緩いことが多いため滑動時の推力は決して大きくない。このため, 大がかりな対策工が必要となるわけではない。阪神間の調査では, 基礎杭が施工されている箇所はほとんど変動していない。また, 中越沖地震の際には透水性基盤の地域でも変動が発生していない。これらの事実を参考にして最善の対策工を考案することも大きな課題の一つである。

5.3 行政による危険な造成宅地盛土周知体制の問題

行政が, 谷埋め盛土の崩壊メカニズムを制度的にアウトリーチすることにより, 半ば強制的に宅地所有者や購入者に造成盛土宅地の持つリスクを認識させることができる。例えば, 宅地の取引の際に, 前記のスクリーニング結果の提示を義務づけたり, 宅地耐震化済みマークの表示制度を創設したりするなどの方策も検討されるべきである。

また, 地震保険の補償対象に宅地を取り込み, 耐震化された宅地のみが対象となるような制度も検討されるべきであると考ええる。

6. まとめ

谷埋め盛土の滑動崩落に関するメカニズム論が科学的な合意に至るには, まだ数多くの地震による谷埋め盛土の被災事例が必要である。しかし, 地震による強震動が発生すれば, 一定の比率の谷埋め盛土に変動が発生する

ことは明らかである。

斜面問題を専門としている技術者は、少なくともその危険性をアウトリーチし、一般市民に周知させる必要がある。

効果的なアウトリーチ手法がどのようなものか、今までの活動でも明らかになっているわけではない。むしろ情報伝達方法、リスクコミュニケーション方法などで困難さに直面している。

宅地盛土の地震時被害軽減のためには、地盤技術者としてのアウトリーチ活動を試行錯誤しながらも、一歩一歩実行していくしかないと考えている。

なお、本稿執筆中の2011年3月11日に平成23年東北地方太平洋沖地震(M9.0)が発生した。この巨大地震によって、いままでデータがほとんどなかった海溝型地震による滑動崩落のデータが得られると考えられる。メカニズム論も一歩前進するかもしれない。

とはいえ、十分なデータが得られるのを待っているのは、不幸な被災者を増やすばかりである。地盤技術者である以上、災害による被害を軽減することが職責である。このため、その時々で最善となるアウトリーチを継続し続けることが専門家としての義務と考えるべきである。

参考文献

- 1) 釜井俊孝・鈴木清文・磯部一洋 (1996); 平成7年兵庫県南部地震による都市域の斜面変動, 地質調査所月報, 第47巻, 第2/3号pp.175-200
- 2) 社団法人日本鉄道施設協会 (1972); 盛土の耐震設計に関する研究報告書
- 3) 小林慶之 (2000); 都市域における宅地盛土斜面における地震災害予測図の作成, 平成11年度日本大学理工学部修士論文
- 4) 釜井俊孝・守随治雄・太田英将・原口強 (2000); 都市域における地震時斜面災害のハザードマップ-宅地盛土斜面の変動予測-, 応用地質学会平成12年度シンポジウム予稿集, pp. 25-37
- 5) 釜井俊孝・守随治雄・笠原亮一・小林慶之 (2004); 地震時における大規模宅地盛土斜面の不安定化予測, 日本地すべり学会誌, 40(5), pp.22-3
- 6) 太田英将・榎田充哉 (2006); 谷埋め盛土の地震時滑動崩落の安定計算手法, 第3回地盤工学会関東支部研究発表会講演集, pp.27-35
- 7) 中埜貴元・小荒井衛 (2009); 改変地形データを用いた地盤の脆弱性把握のための開発, 平成21年度国土交通省国土技術研究会, <http://www.mlit.go.jp/chosahokoku/h21giken/program/kadai/pdf/ippan/ippan1-02.pdf>
- 8) 土木学会地盤工学委員会斜面工学研究小委員会 (2006); 「斜面と暮らす市民フォーラム」開催報告, <http://www.jsce.or.jp/committee/jiban/slope/060930/20060930report.pdf>
- 9) 太田英将・林義隆・美馬健二 (2009); 相談事例に見る市民にとっての斜面問題, 日本地すべり学会誌Vo.46, No.2, pp.9-14
- 10) 太田英将 (2006・2007・2008・2009); 盛土の耐震設計について-工事・設計-テキスト (宅地造成設計・施工研修), (財)全国建設研修センター

(原稿受付2011年3月16日, 原稿受理2011年10月11日)