

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 3 月 19 日現在

機関番号：82629

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009 年度～2011 年度

課題番号：21560532

研究課題名（和文）地盤リスク事例の類型化に基づく包括的な地盤リスクマネジメントシステムの提案

研究課題名（英文）A proposal for geotechnical risk management system based on patternize of geotechnical risk instance

研究代表者

伊藤 和也（ITO KAZUYA）

独立行政法人労働安全衛生総合研究所・主任研究員

研究者番号：80371095

研究成果の概要（和文）：

本研究では、地盤工学に関するリスクの同定・定量的評価、リスク発生の技術的回避手法、地盤性状のばらつき等の地盤工学的な事例研究にとどまらず、社会・経済事象における事業リスクの回避や分散の支点から契約事項、保険・補償事項の事例研究、さらに地盤に起因する訴訟事例なども議論の対象とした社会・人文科学等と融合した包括的な地盤リスクマネジメントについて検討を行った。具体的には、地盤工学に関連する裁判例、保険・保証・契約関係の事例収集結果から地盤リスクの類型化を行い、一部にはデータベース化を行った。その結果、判断に地盤工学の知見が利用されない事例が多く見られることが分かり、法律の専門家をはじめとした多くの社会技術者との連携を深めることにより地盤リスクに関する諸問題を効率的に解決できうことを示した。

研究成果の概要（英文）：

Risks regarding damages of soil structures caused by some natural disasters are becoming more important problems. In addition to these sudden disaster risks, usual safety and environmental risks involved in geotechnical engineering are also refocused. Geotechnical engineers have already burdened a part of such various risks and responsibility. However, they only tend to concentrate on learning about risks and laws directly related to their practical businesses obtaining fragmentary knowledge. This study focuses on geotechnical risk management by batterning geotechnical risk instance such as treatises, judicial precedents, and insurance.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2010 年度	500,000	150,000	650,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学・地盤工学

キーワード：リスクマネジメント、地盤工学、建設マネジメント

1. 研究開始当初の背景

『リスク』という言葉は、その定義においてさえも、その名のおり不確実性を有していると言われている（中嶋、2004）。自然・社会環境の不確実性に対する将来不安心理

を反映してか、現代ではリスクという概念が拡大し、リスクという言葉がより身近なものになっている。

地盤分野においても、近年、地質リスク・地盤リスクという言葉が用いられるように

なっている。従来から、地質・地盤分野の専門家は、主に調査から得られるボーリング情報と岩石・土質試験からの要素情報を援用して、対象地域の地質・地盤性状を推測し、建設工事などにおける構造物と地盤の挙動を予測してきた。近年の著しい探査技術の進歩はあるものの、得られる地質・地盤情報は依然として多くのバラツキ（不確実性）を包含する。それは、対象とする地盤の生成が自然由来であることによる複雑性が存在し、ボーリング・室内試験等で得られる情報が量的に限定的で、いわば離散化した有限の点情報から連続的な体積空間情報を推定する技術的困難さを本来的に有していることに起因している。さらに建設工事では、定性的情報ばかりでなく定量的情報が要求される。トンネルのような長大な地下構造物での施工前に得られる情報は、限定的であり地盤情報の不確実性は高い。このような地盤調査結果に基づく地盤リスクについて、従来の公共事業では、地盤リスクの予測可能性の厳密な検証を経ずに、責任負担を個別の設計変更協議の中で調整・解決してきた。しかしながら、昨今の我が国におけるコスト構造改革や納税者への説明責任から、発注者と請負者関係における情勢は劇的に変化している。すなわち、設計・施工一括発注方式やPFI事業、土壤汚染浄化事業など、地盤リスクを正確に把握しなければ事業として成り立たないものが多くなってきた。

海外に目を向けると、よりシビアであり、地盤リスクに関する経済的危険負担は請負側が負う契約事例が多くあり、地盤リスクが工費と工期に多大な影響を与える。また、欧米で用いられる工事契約では、想定と異なる地質条件の出現に対する発注者の責任を **Differing Site Conditions** 条項で規定しているが、どのような状況であれば想定と異なるのかについては常に係争の原因となっていた。このような背景から大規模なトンネル工事などでは地盤リスクを契約で回避する手段として、発注者が想定される地質状況を明示し、設計変更を適用する際の閾値とする情報を記述した **Geotechnical Baseline Report** が作成・運用されている。地盤工学では、信頼性設計の概念を導入した研究が脈々とされているが、それらも含めて「地盤リスク」として体系化したのは、2005年に大阪で開催された第13回国際地盤工学会議が先駆けである。現在、国際地盤工学会では、地盤リスクに関連した3つの技術委員会が活動しており、2007年には **Georisk** と名付けた国際学術季刊誌が刊行されている。しかし、これらの掲載論文の多くがリスクの同定やリスクの分析・評価に関するものであり、地盤リスクの包括的なマネジメントシステムなどは提案されておらず、社会技術体系として

は未だに成熟レベルには達していない。

2. 研究の目的

本研究は、地盤工学に係わるリスクについて、裁判の判例や保険などの多くの事例から体系的・有機的に整理・類型化し、我が国における地盤工学分野での契約・保証・保険制度やリスクコンサルタントなどのあり方といった包括的な地盤リスクマネジメントシステムを提案することを目的としている。

研究代表者・研究分担者は、(社)地盤工学会関東支部において「地盤工学におけるリスクマネジメントに関する事例研究委員会(委員長:日下部治)」を2008年3月に発足、事例研究を開始しており、本研究は上記研究委員会と密接な連絡と協力の基に実施する。リスクは、科学的な予測解析技術の要素分析的アプローチ一辺倒の姿勢から、予想されるリスクに対する回避のみでなく、リスクと共存するとの前提の上で、リスクをどのようにマネジメントするかというシステムマネジメントの視点も重視される。すなわち、リスクマネジメントは、特定分野の科学技術のみではなく、社会・人文科学等と融合した総合的な社会技術の一体系として捉える必要がある。そのため、研究委員会には、弁護士・不動産業・保険業など地盤工学とは直接関係ないが地盤リスクを内包している業界からも委員が参加・活動を行っており、本研究を遂行する上でも研究協力者として参画して頂くこととした。

3. 研究の方法

本研究では主に過去に発生した事例に着目した地盤リスクの類型化作業を実施した。具体的には以下の3つに集約される。すなわち、

(1) 学術論文のデータベース化

地盤リスクに関連する学術論文のデータベース化を行い、地盤リスクの分類・同定手法・予測手法と事例を整理・解説した。さらに、地盤リスクの形態、地盤リスク発生の素因(斜面・沈下・地震・汚染・降雨)で整理を行なう。

(2) 裁判事例のデータベース化

地盤リスクに関連する判例のデータベース化を行い、地盤条件情報の質・量、地盤リスク発生のメカニズム、訴因と地盤リスクの関係、瑕疵と地盤リスクの関係、地盤リスクの予見性、地盤技術者の役割と責任、地盤工学から見た判例の適否(評価)について検討する。

(3) 保険・補償や契約関係の整理

地盤リスクに関連する保険・補償関係の事例について、地盤条件情報の質・量、地盤リスク発生のメカニズム、瑕疵と地盤リスクの関係、地盤リスクの予見性と関係者の責任分

担、地盤技術者の役割と責任、地盤工学から見た判例の適否（評価）についてまとめる。また、国内外の契約における発注者と請負者の地盤リスクに伴う責任分担について調査する。

これら上記3つの類型化作業については相互の特徴を把握しながら作業を実施することとした。

4. 研究成果

以下に研究成果を示す。

4.1 学術論文のデータベース化

地盤リスクに関する近年の研究動向の概要を把握するために、GEORISK（2007～2009）、Géotechnique（「地盤工学におけるリスクと変動性に関する特集号」2005）、土木学会論文集（2002～2007）、その他としてSoils and Foundations等を取り上げた。論文数は78編であり、最近の地盤リスクに関する研究動向の概要を把握する上では十分と判断した。

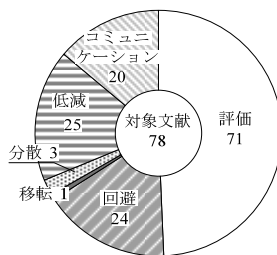
調査内容は表-1に示すように「リスクへの対応」、「リスクの対象」、「リスクの原因」および「対象の段階」である。ここに、「リスクへの対応」に示す評価・回避・移転・分散・低減・コミュニケーションについては、中島¹⁾を参考にしながら定義した。図-1に文献調査の結果の一部を示し、以下に簡単に解説する。

(1) リスクへの対応について（図-1 (a)）

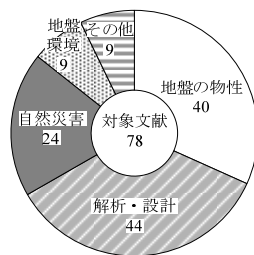
評価に関する文献の該当率が9割以上であり、他の項目に比べて極端に高い。この主要因として、国内外で地盤構造物の信頼性設

表-1 学術論文のデータベース調査内容

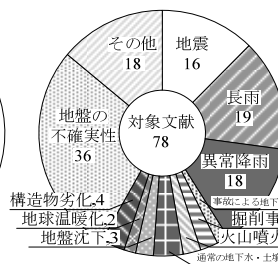
リスクへの対応	評価、回避、移転、分散、低減、コミュニケーション
リスクの対象	地盤の特性、解析・設計、自然災害、地盤環境、その他
リスクの原因	地震、異常降雨、事故による地下水、土壌汚染、掘削事故、火山噴火、通常の地下水・土壌汚染、地盤沈下、地球温暖化、長雨、構造物劣化、地盤の不確実性、その他
対策の段階	調査、設計、施工（管理）、維持（管理）、その他



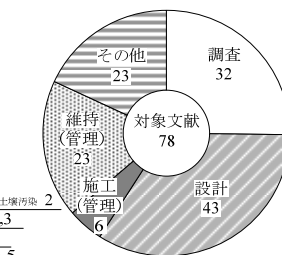
(a) リスクへの対応



(b) リスクの対象



(c) リスクの原因



(d) 対象の段階

図-1 文献調査の結果

計が実務レベルにおいて近年活発化している背景が挙げられる。一方、移転と分散に関する該当率は極端に低い。移転と分散は、それぞれ僅か1論文と3論文で扱われているのみである。これらのリスクへの対応は、保険や（工事）契約の分野と密接に関連する内容であるため、今後地盤工学と保険・契約の分野が連携して、地盤工学におけるリスクの移転・分散に関する研究を充実させていくことが望まれる。コミュニケーションについては、該当率が25.6%であるが、ハザードマップの作成に関連するものがほとんどである。評価以外の項目については、リスクを評価（定量化）した結果に基づき実施（意思決定）するため、まだリスクを評価している段階であるとの見方もできる。

(2) リスクの対象について（図-1 (b)）

地盤の物性と解析・設計の該当率がともに5割以上である。これらの項目については、地盤構造物の信頼性設計と密接に関連するため、積極的に取り組まれてきたものと考えられる。自然災害の該当率は30%強であるが、地盤構造物の解析・設計だけでなく、ハザードマップの作成を目的としたものが含まれている。また、地盤の物性と解析・設計、自然災害および地盤環境の4項目で全体の94%を占めている。その他の内容については、補修間隔、PM（プロジェクトマネジメント）、廃棄物処分場、契約、防災対応、情報伝達および人為的な森林火災等が含まれる。

(3) リスクの原因について（図-1 (c)）

地盤の不確実性は、地盤特性の空間的なバラツキや地盤調査および試験結果のバラツキ等を意味する。この地盤の不確実性は46.2%と最も高い。この理由として、地盤の不確実性を考慮した地盤構造物の信頼性設計への取り組みが国内外で活発であることを反映している。

また、様々なリスクの原因に対する研究が実施されていることが把握できる。ここに、図中の「異常降雨」は短時間に集中する高降雨強度の雨、「長雨」は数日にわたって降り続く雨として、両者を区別した。その他の内容は、インフルエンザ、津波、洗掘、液状化、洪水、落石、風化、土石流、社会経済情勢、

廃棄物処理，油汚染，設計変更，地形地，その他の自然災害および放射性物質汚染など多岐にわたる。

(4) 対象の段階について (図-1 (d))

設計・調査・維持 (管理) の順で割合が高い。一方，施工 (管理) の段階に関連する文献の該当数は 7.7%であり，他のそれに比べて極端に少ない。動態観測による盛土の施工管理など，1970年代～1980年代の間で飛躍的に研究が進み，トラブルが減少していることが主因と考えられる。しかし，地盤調査の進行に伴う建設コストの変動を定量的に評価するなどの視点で施工段階のリスクマネジメントに取り組んでいることは注目できる。

4.2 裁判事例のデータベース化

地盤工学的判断が判決に与える影響を把握するために，近年の地盤リスクに関連した裁判例の収集を行った。裁判例収集には，判例タイムズ DVD を使用し，表-2 に示す 9 つのキーワードに合致する裁判例を抽出・収集し，「裁判例調査データベース」の構築を行った。これらのキーワードでは重複する裁判例もあり，最終的に該当する裁判例数は 90 件である。この裁判例データベースにて抽出した項目一覧を表-3 に示す。なお，裁判例データベースの作成にあたっては，学術論文データベースとキーワードが合致するように配慮した。それぞれのキーワードに合致する裁判例数およびそれらの裁判例を著者らが読み地盤工学的判断が有ると判断した裁判例数および比率を表-2 に示す。「道路・設計・斜面崩壊」，「地すべり」に関する裁判では，地盤工学的判断が積極的に反映されている。一方，「破堤」や「河川・事業認可」ではその裁判例が少ない。これは，事業認可など技術論以外の問題が多いと推察される。抽出した 90 件の裁判例について分析結果を以下に示す。

(1) 審理期間の比較

裁判手続きにおいて，審理期間は，当該裁判所に事件が持ち込まれた日 (訴状や起訴状の受理日) から当該裁判所での事件が終了した日 (終局日) までの期間を言う。事件記録符号は，事件がいつ持ち込まれたかについては分からないため，ここでは受付年の 6 月 30 日を基準として審理期間を算出した。したがって，最大±6ヶ月の誤差があることになる。図-2 に地盤リスクに関連した裁判例の第一審，控訴審，上告審毎の審理期間を民事第一審訴訟 (過払金等以外) に加えて審理期間が長いとされている医事関係訴訟，建築瑕疵損害賠償，行政事件訴訟とともに示す。審理期間別の事件割合では，第一審で審理期間が 5 年を超えるものが 50%を占めており，その内

表-2 検索したキーワード

検索したキーワード	該当件数(件)	地盤工学的判断有り	
		件数	比率(%)
地盤振動	2	1	50.0
河川・事業認可	13	6	46.2
破堤	10	6	60.0
地すべり	17	16	94.1
道路・設計・斜面崩壊	16	16	100.0
掘削・崩壊・設計	44	29	65.9
道路・設計・地盤沈下	29	21	72.4
トンネル・地盤沈下	7	5	71.4
宅地・沈下	29	21	72.4

表-3 裁判例データベースでの調査項目一覧

事件概要	事件番号，事件名称，裁判所，判決日，事件発生日，経過日数(日)，区分，被告・原告の属性
キーワード	表-2 記載の 9 種類
地盤リスク	リスクの種類，対象物件，問題の原因，地盤リスク発生の原因
判決	争点 (判示事項)，判決，判決要旨，参照条文，引用裁判例，地盤工学的判断の有無とその内容

地盤リスク関連

■ 一審 □ 控訴審 □ 上告審

その他，審査期間が長いとされる訴訟

□ 医事関係訴訟 ■ 民事第一審訴訟 (過払金等以外)

□ 建築瑕疵損害賠償 □ 行政事件訴訟

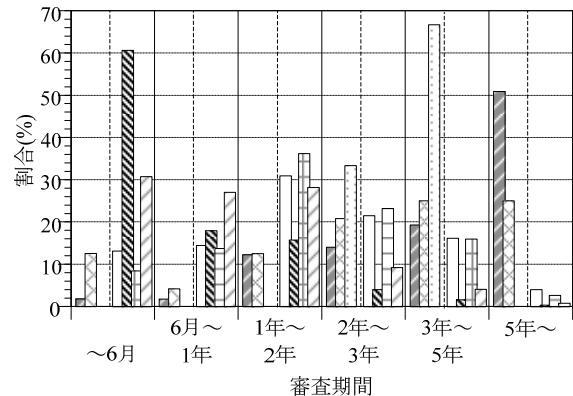


図-2 審理期間別の事件割合

の約半数が 10 年を超過していた。判決に不服があると，控訴審・上告審とさらに長期化する可能性もある。裁判に要する日数や費用を鑑みれば，長期化しやすい地盤リスク関連の訴訟は，むしろ，工学的判断を重視して和解や訴えの取り下げなどの解決方法を取り入れることが，原告・被告両者にとって利益になるものと思われる。

(2) 原告・被告

原告・被告の属性について図-3 に示す。原告は市民 (集団)・市民 (個人) が合わせて 89%とそのほとんどを占めている。これは，地盤に関係するリスクが市民に直結していることを示しているものと思われる。一方，被告は，その半分以上を行政機関 (国，地方自治体) が占めた。また，開発業者のような

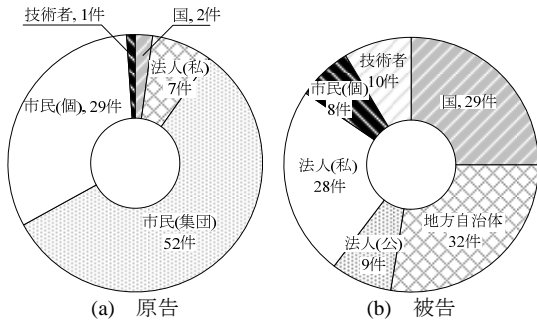


図-3 裁判での原告・被告の属性

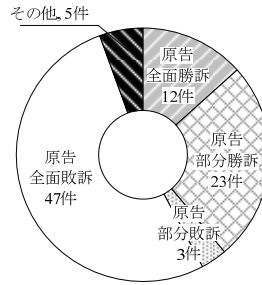


図-4 認容率

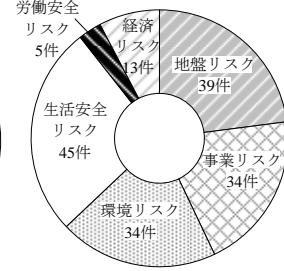


図-5 リスクの種類

民間会社（法人（私）も3割程度ある。これらのことから、地盤リスクに関連する裁判例では、市民が近隣地域の土地開発に関して行政機関や開発業者を訴えるようなケースが多いことが伺える。

(3) 認容率（原告側の勝訴率）

判決総数に対して、訴えが一部でも認められた件数の割合を法律用語で「認容率」と言う。地盤リスクに係る判決の傾向を図-4に示す。地盤リスクに関連した裁判例での認容率は39%であった。ここで、地裁民事第一審訴訟の認容率は、2005～2009年の5年間平均で83.7%であり、通常の訴訟では原告側が勝訴するケースが大多数を占めている。これは、原告側には自分が不利だと思えば「訴訟を起こさない」という選択肢があり、敢えて訴訟を起こしているため認容率が高いのは当然とも言える。一方、地盤リスクに関連した裁判例では認容率が4割以下と通常の訴訟の半分程度の認容率しか無い。これは、地盤リスクが様々な分野の知見を包括しなければ解決できない極めて専門性の高い科学的判断が必要とされるためではないかと考えられる。これは、同様に専門性が高い医事関係訴訟事件が、2005～2009年の5年間平均で32.5%と地盤リスクに関連した裁判例と同様に低い認容率を示していることから納得できる。

(4) リスクの種類

裁判例から見たリスクの種類を図-5に示す。隣地の崖が崩れる等の生活安全リスクが最も多く45件と調査した裁判例の半分がこれに該当した。次いで地盤リスク（39件）、環境リスク（34件）、事業リスク（34件）の順となっている。これらは重複該当しており、生活安全リスクの実態は地盤リスクに起因するものが多い。

4.3 保険・補償や契約関係の整理

土木構造物・建物の設計・施工・完成後に関する保険を時系列として一覧で示したのが図-6である。図-6の上段は、入札から完成までの事業進捗段階を示し、中段には保険の目的対象物が示され、設計者がつける保険、施工者がつける保険、所有者がつける保険に

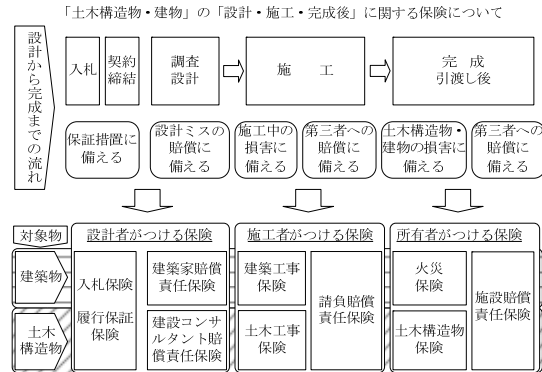


図-6 現行保険制度の概要

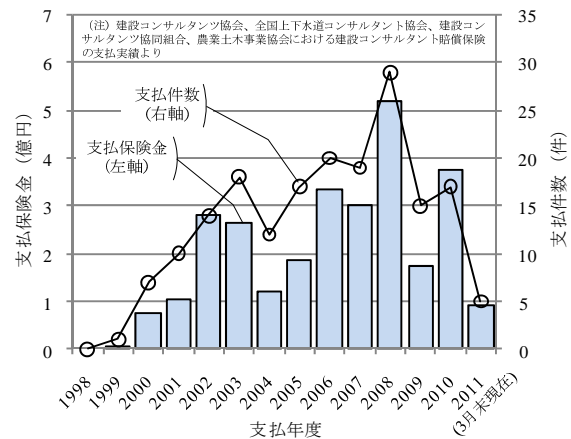


図-7 最近の保険金支払い額

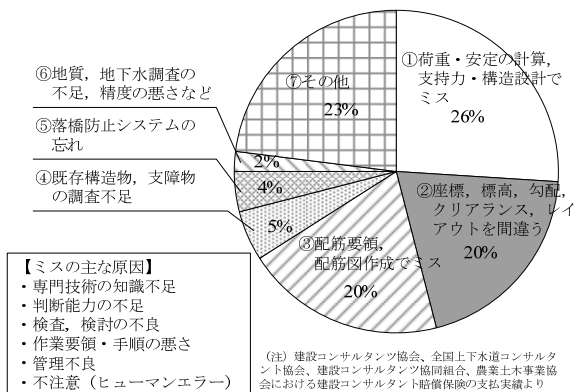


図-8 保険金支払い事故となった原因

分類されている。そして下段が個別の保険商品の種類である。その中で、地盤リスクに関連する専門職業人保険として、建設コンサルタント・地質調査業務賠償責任保険がある。対象は「業務の遂行が原因となって日本国内において発生した次に掲げるような事故について、損害賠償、または瑕疵の修補を請求された場合に、被保険者に生ずる損害」が対象で「公共土木設計業務等標準委託契約約款第 39 条（瑕疵担保）に定める瑕疵の修補責任および同 27 条に定める損害賠償責任」についても対象となる。

1998年から2011年3月末までの建設コンサルタント賠償保険の保険金支払い状況を示したのが図-7である。保険金支払いは増減を繰り返して推移しているが平均3億円程度の支払いであることが理解される。

上記保険金支払い事故となった原因の内訳が図-8である。原因の上位三つは、①荷重・安定の計算、支持力・構造計算ミス、②座標、標高、勾配、クリアランスを間違え、③配筋要領、配筋図作図のミスで全体の65%を占めている。ここから、ミスの主な要因は、専門技術の知識不足・判断能力の不足、検査・検討の不良、作業要領・手順の悪さ、管理不足、ヒューマンエラー（不注意）であるとされる。

通常の保険審査の流れは、次のようなものである。それぞれの保険商品ごとに、法律家、専門家も含めた審査委員会が構成される。被保険者からの請求申請に対して、事故の発生の経緯、契約内容の確認が行われた後、審査委員会で事故発生時期、保険請求時期等の保険適用期間要件の確認と事故の内容の確認が行われる。その後、当該事案に関しての専門知識を有する審査委員による現地調査が実施されて過失の存在の有無と原因の同定が行われる。その調査結果にもとづき、審査委員会では被保険者の責任範囲、過失、重過失の判定、補修工法選定の適否、補修工事の工費の適否、発注者・受注者間の責任分担割合等を総合的に判断して、保険請求の適否の裁定と、免責条項を上回る場合の保険金の支払い額の算定がなされる。なお、発注者・受注者間の責任分担割合の判断のポイントとなるのは、両者の協議記録の有無、記載内容および成果物の受領時の検査項目や立会い記録等である。

4.4 まとめ

本研究は、地盤工学を核として地盤リスクと社会事象とのかかわりについて検討したものであり、地盤工学分野では従来取り上げられなかった事項も多い。本研究は、「地盤工学におけるリスクマネジメントに関する事例研究委員会（委員長：目下部治）」と一体となり活動し、その成果として、地盤工学

会誌 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」を執筆した。興味があれば、参照して頂きたい。

最後に、本研究を実施するにあたり、研究委員会のメンバーから多大なる御協力並びに有益なご助言を頂戴しました。末筆ながら深謝の意を表します。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計9件）

- 1) 目下部治(2011)講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 1.講座をはじめるにあたって. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 7, pp. 98 - 99.
- 2) 大日方尚巳, 正垣孝晴, 伊藤和也, 稲垣秀輝(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 2.リスクとリスクマネジメント. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 7, pp. 100 - 107.
- 3) 中山健二, 笹倉剛, 正垣孝晴, 大里重人, 西田博文(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 3.地盤工学と地盤リスク対応. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 8, pp. 96 - 103.
- 4) 正垣孝晴, 西田博文, 大里重人, 笹倉剛, 中山健二, 伊藤和也, 上野誠, 外狩麻子(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 4.自然災害・法令・社会情勢等の変遷と地盤リスク. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 9, pp. 77 - 84.
- 5) 目下部治, 兒島剛士, 伊奈潔, 薦田哲, 大久保拓郎, 稲垣秀輝(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 5.地盤リスクマネジメントと社会・経済システム. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 10, pp. 77 - 84.
- 6) 稲垣秀輝, 薦田哲, 伊藤和也, 大久保拓郎, 小嶋茂人, 伊奈潔(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 6.裁判例から見た地盤リスク. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 11, pp. 98 - 105
- 7) 岩崎公俊, 大日方尚巳, 岸田隆夫, 渡部要一(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 7.契約と地盤リスク. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 12, pp. 69-76.
- 8) 目下部治(2011) 講座「地盤工学におけるリスクマネジメント」 8.講座を終えるにあたって. 公益社団法人地盤工学会, 地盤工学会誌, Vol. 59, No. 12, pp. 77- 78.
- 9) 伊藤和也(2011) 労働災害と地盤リスク. 社団法人全国地質調査業協会連合会, 地

質と調査, Vol. 129, pp. 30 - 33.土木春秋社.

[学会発表] (計 3 件)

- 1) 稲垣秀輝, 伊藤和也(2011) 法と社会システムから見た地盤リスク. 第 2 回地質リスクマネジメント 事例研究発表会講演論文集, pp.89-94
- 2) 「地盤工学におけるリスクマネジメントに関する事例研究委員会ディスカッションセッション資料」, Geo-kanto09, 2009/11/13
- 3) 「地盤工学におけるリスクマネジメントに関する事例研究委員会ディスカッションセッション資料」, Geo-kanto2010, 2010/11/4

6. 研究組織

(1)研究代表者

伊藤 和也 (ITO KAZUYA)

独立行政法人労働安全衛生総合研究所・研究員 (2009 年度～2010 年度) →同・主任研究員 (2011 年度)

研究者番号 : 80371095

(2)研究分担者

日下部 治 (KUSAKABE OSAMU)

東京工業大学・理工学研究科・教授 (2009 年度～2010 年度) →茨城工業高等専門学校・校長 (2011 年度)

研究者番号 : 40092548