

機関番号：13701

研究種目：基盤研究（A）

研究期間：2007 ～ 2010

課題番号：19206051

研究課題名（和文）地盤構造物設計のための体系的な性能設計と信頼性設計理論の構築と普及
研究課題名（英文）Development and dissemination of the performance based design and the reliability based design theory of geotechnical structures

研究代表者

本城 勇介（HONJO YUSUKE）

岐阜大学・工学部・教授

研究者番号：10251852

研究成果の概要（和文）：

本研究の遂行に当たっては、地盤構造物の性能設計と信頼性設計に関する 3 つの課題を立て、研究を進めた。課題(A)では、次の 6 つの課題について、研究を遂行し、順次学術誌の論文、国際会議での研究発表により成果を公表した。6 個の課題とは、(1)効率的 MCS の開発、(2)MCS による部分係数決定、(3)簡易な信頼性設計法の開発、(4)確率場理論による地盤のモデル化、(5)確率場からのサンプリング論、(6)信頼性関連データの収集・整理、である。30 以上の学術雑誌論文と 36 の国際会議の論文が発表されている。課題(B):「国際ワークショップを開催し、知見を集約する」においては、2009 年 6 月 11-12 日、岐阜市の長良川国際会議場を会場として国際シンポジウム IS 岐阜を開催した。登録者 126 名、出席者約 100 名、内国外からの参加者 32 名であり、4 つの講演と 51 編の一般発表が行われた。全発表の 3 分の 2 は、海外からの参加者による発表であり、この分野における最新の知見が集約される会議であった。課題(C)「地盤工学の性能設計・信頼設計法について体系的に解説した書籍を出版する。」では、研究期間の特に後半において、外国の大学での集中講義の原稿、委員会報告、学会誌への講座の執筆などの機会に書き溜めた原稿を整理・編集して、テキストを作成中である。

研究成果の概要（英文）：

The study was carried out aiming at the three goals made in the proposal of the research. The first goal is to progress research under 6 topics: (1) development of effective MCS method, (2) a methodology for determining partial factors by MCS, (3) development of user friendly reliability analysis method for geotechnical design, (4) modeling of ground by random field theory, (5) development of the sampling theory in the random field, and (6) collection of data and knowledge in geotechnical reliability design. The results are presented in the form of journal and conference papers. More than 30 journal papers and 36 conference papers have been published. The second goal is to integrate the state of the art knowledge in the field by organizing an international symposium. IS Gifu was held on 11 and 12 of June, 2009 at the Nagara International Conference Center with 100 participants (of which 32 was from overseas). 4 lectures and 51 general presentations are made of which two third was made by participants from abroad. The symposium gave an excellent opportunity to summarize the current progress made at various parts of the world. The third goal is to draft a publication that summaries geotechnical reliability based design. The drafts have been accumulated especially in the later half period of the study as a text for intensive lectures at various universities, a ISSMGE technical committee report, and articles published in the seminar series in JGS journal etc. The final version of the draft is now under edition whose table of contents is given in this report.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	9,000,000	2,700,000	11,700,000
2008年度	8,100,000	2,430,000	10,530,000
2009年度	7,500,000	2,250,000	9,750,000
2010年度	8,100,000	2,430,000	10,530,000
年度			
総計	32,700,000	9,810,000	42,510,000

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：基礎・性能設計・信頼性設計

1. 研究開始当初の背景

1996年に発効したWTO/TBT協定の「仕様に基づく規定ではなく、性能に基づく規定」という規定は、我が国の土木分野の設計基準の性能規定化を促した。さらに、同協定2.4項の「国際規格の尊重」の規定は、我が国の多くの設計コードを、ISO2394などに準拠した信頼性設計法に移行させている。今後わが国の主要な設計コードは、要求性能を性能により規定し、性能照査を信頼性設計法によるものとなって行くと考えられる。

表1に、最近15年間の設計コードを巡る経緯をまとめた。1996年に発効したWTO/TBT協定に伴う、政府の規制緩和政策の一環として、2002年度から、技術基準認証等について抜本的な見直しが行われ、その中で、基準の国際整合化、性能規定化、重複検査の排除等を推進するとした。これを受けて国交省では、港湾基準の性能規定化、道路橋示方書の検討が目標の一部となった。

一方学会も、設計コードの性能規定化の動きを早期に捉え、地盤工学会では1997年度から関連した諸委員会活動を開始し、地盤コード21や、Code PLATFORM ver1(土木学会)などの成果を用意し、諸基準の作成に資する基本文書を供給した。申請者も科研費による研究(本研究計画調書10頁参照)を通じ、これらの研究活動を中心的に推進したと自負している。Soils and Foundations創刊50周年記念号の、Honjo, Kikuchi and Shirato(2010)による招待論文は、この15年間の発展を、文献を含めて集中的に紹介している。

上述の動きは、特に2007年4月に発効した、「港湾の施設の技術上の基準」(以下「港湾基準」と呼ぶ)の改訂版の出現により、新しい時代に入った。この基準は、港湾法に基づく明確な階層的性能規定化と、全面的な信頼性設計法による照査式の部分係数の決定

を導入した画期的な設計コードである。わが国の土木構造物でもっとも幅広く用いられている道路橋示方書も、性能規定化と信頼性設計法の導入を柱として、改訂作業が進行中である。

表-1 最近の性能設計・信頼性設計を巡る動向

1996	WTO/TBT 協定発効
1997-2000	地盤工学会「我が国の基礎設計法の現状と将来のあり方に関する研究委員会」(委員長 日下部)
1997	ISO2394「構造物の設計の基本」改訂完了
1998	規制緩和3ヵ年計画の閣議決定
2001-2005	地盤工学会 地盤コード21作成委員会(委員長 本城)
2001	地盤コード21の第1次ドラフト完了。規制改革推進3ヵ年計画の閣議決定。国交省公共事業コスト構造改革プログラム開始。
2002	道示の検討、港湾基準の性能規定化決定
2003	土木学会 code PLATFORM ver.1(国総研・港湾部の受託プロジェクト)
2004	地盤工学会「性能設計概念に基いた基礎構造物等に関する設計原則」(地盤コード21) 基準化
2007	「港湾の施設の技術上の基準」改正(性能規定化)
2005-現在	道路橋示方書改訂作業(性能規定化、信頼性設計法導入)

一方海外の動向については、申請者は国際地盤工学会の技術委員会(TC)23「地盤構造物の限界状態設計法」の主査を2001年より2009年まで務め、この分野の海外の研究者やコードライター達との強力なネットワーク構築に努力してきた。信頼性設計、EurocodesやAASHTOなどの設計コード開発に関する詳細な情報が、10年前では考えら

れないほど容易に入手できる。表-2は、代表者が過去10年間に主導した、主要な国際会議である。

表-2 主要国際会議（一部）

2002年4月 (東京・鎌倉)	IWS 鎌倉「基礎設計と設計コードの国際的調和」(TC23 主催)
2003年6月 (ボストン)	LSD2003「限界状態設計法 IWS」(TC23 主催)
2005年4月 (大阪)	TC23, TC32 による TS(Technical Session)主催
2007年9月 (マドリード)	欧州地域会議「Ovesen 教授追悼 TS」(ETC10, TC23 等共催)
2009年6月 (岐阜)	IS 岐阜(第2回地盤リスクと安全性に関する国際会議)(TC23 主催)

以上のように信頼性設計法は、過去15年ほどの間に、設計コードの開発という分野で急速に普及が、そのためになお解決の必要な問題も顕在化した。申請者は今後の地盤構造物の信頼性設計において、次のような問題が愁眉の急であると考えている。

2. 研究の目的

本研究では、上述のような背景を踏まえ、地盤工学における信頼性設計の問題点を克服する研究を実施し、また同時にこの分野の最新の知見を集約し、これを体系的に分かりやすく一般地盤工学技術者・大学院生・研究者等に発信することを目的としている。このために、次の3つの課題を立て、研究を遂行した。

課題(A):いくつかの研究課題について、研究を遂行し成果を公表する。その課題として選んだのは、下記の6課題である。

- (1) 効率的MCSの開発
- (2) MCSによる部分係数決定
- (3) 簡易な信頼性設計法の開発
- (4) 確率場理論による地盤のモデル化
- (5) 確率場からのサンプリング論
- (6) 信頼性関連データの収集・整理

課題(B):国際ワークショップを開催し、知見を集約する。

課題(C):地盤工学の性能設計・信頼設計法について体系的に解説した書籍を出版する。

3. 研究の方法

課題(A)は、研究代表者と研究分担者、さらに連携研究者と協力して、研究を進めた。この研究の連絡・調整は、代表者がこの期間主査を務めた、国際地盤工学回のTC23「地盤工学における限界状態設計法」の国内委員会の場

で行われた。研究成果については、事項で述べる。

課題(B)は、2009年6月10-11日に岐阜国際会議場で、国際地盤工学会と日本地盤工学会の主催で開催されたIS-Gifu「地盤工学における安全性とリスク」を開催し、56編の論文発表、国外30名、国内約70名の参加を得、成功裏に会議を終了した。この会議の成果の詳細については、事項で述べる。

課題(C)は、今までの研究成果をまとめることを目的として、いろいろな機会を捕らえ原稿を書き溜める努力を重ねた。このような機会として、つぎのようなものがある。

2009年9月	アジア工科大学院ベトナム分校の「地盤工学におけるリスクと信頼性」集中講義
2010年9月	ミューヘン工科大学における「地盤構造物の信頼性解析」集中講義
2010年11月	岐阜大学工学研究科における「地盤構造物の信頼性解析」集中講義
2011年3月	アジア工科大学院ベトナム分校の「地盤工学におけるリスクと信頼性」集中講義

また地盤工学会機関紙より、「地盤構造物の信頼性設計」の講座の執筆を依頼され、2010年10月号より、2011年3月号までの6回にわたり、このテーマで講座記事が掲載され、これも今までの知識を集約するという意味で、よい機会を与えた。

この研究の成果として、一つの著書の形式で報告書をまとめる作業を行っており、近く数十部を印刷する。将来をこれを改定し、図書として出版したい。この目次等は、次節で述べる。

4. 研究成果

課題(A)については、次のような研究成果がある。課題別にまとめる。

(1) 効率的MCSの開発

代表者たちは、信頼性解析の道具として、伝統的に1970年代から用いられてきたFORM(一次近似信頼性解析法)に変わり、MCS(モンテカルロシミュレーション)が、特に地盤構造物の信頼性解析には適しており、またこの効率的なアルゴリズムの開発や、利用の拡大が重要であることを認識している。

特に効率的なMCSアルゴリズムとして、2001年にAngらにより提案されたsubset MCMC(subset Markov chain Monte Carlo simulation)を有力な方法と認識し、開発に取り組んで来た。また統計数理研究所のグループが開発を主導しているいろいろなモン

テカルロフィルターと呼ばれる方法についても研究を進めた。

当グループのこの分野の研究成果としては、J-11, 12, 21, C-20, 21, 28, 29, 30 がある。図書 B-1 は、subset MCMC の地盤構造物への適用を普及させるために著されたものである。

(2) MCS による部分係数決定

このテーマは、FORM で確立された部分係数設定の考え方を、MCS を用いて行う方法について検討したものである。それと同時に、部分係数の決定に関する諸問題に関する見解をまとめ、これに対して方向性を提言することも目的としている。

J-15, 16, C-4, 14, 15 等が、この研究テーマに関する成果である。特に C-14 は、IS 岐阜の機会に、TC23 国内委員会の相違としてまとめられた報告書であり、ここには部分係数法を用いて信頼性設計を実施するための、日本のコードライターの総意に近いものがまとめられている。その中には、MCS による部分係数法決定のための手順も述べられている。

(3) 簡易な信頼性設計法の開発

本研究の後半、地盤構造物の信頼性解析を合理的かつ簡易に行うための手順の研究は、中心的な課題となった。

このスキームの本質的な考え方を、図-1 に示した。設計は「基本変数」から始まる。ここで「基本変数」とは、当該設計に必要な、作用・荷重、地盤パラメータ、その他材料、構造物や地盤の構成と形状、境界条件等に関する一連の変数のことである (IS02394)。通常の設計では、これらに特性値を与え (形状や境界条件など、設計者が設定)、設計計算により応答を求め、限界状態と比較し、照査を行う。

ここに提案する信頼性解析スキームでは、設計の手順を、①地盤解析、②基本変数の不確実性解析、③信頼性解析の3つの部分に分ける。

①の地盤解析は、通常行われている地盤構造物設計の手順とほとんど同じである。基本変数 x より、設計計算 (例: 支持力公式、FEM 等) により構造物の応答 y を求める。通常の設計手順との違いは、基本変数の範囲を動かし、特に構造物の限界状態付近の挙動を調べる点にある。 x と y は、所与の関数関係がある場合、あるいは計算結果から、 x と y の応答関係を回帰分析により近似する。これを応答曲面と呼ぶ。

次に②の不確実性解析は、基本変数 x の不確実性を、統計学的手法により、定量化する作業である。最後に③の信頼性解析は、①で得られた応答曲面と、②で得られた不確実性情報に基づき、モンテカルロシミュレーション (MCS) により、構造物が限界状態に達する確率 (=破壊確率) を求める。以上の利点は、

(1) 近年開発されている複雑な地盤解析ツールと、信頼性解析ツール (これも複雑化している) とを分離し、両者を個別に実施することにより、新しく開発されてくる地盤解析ツールを生かしつつ、信頼性解析ツールに不慣れな技術者が、信頼性解析を行うことを容易にする。

(2) 設計者は、地盤解析では、限界状態付近の応答値と基本変数の関係を把握し、応答曲面を求める。実際これを実施すると、求める応答曲面自身が、設計者に多大な設計に関する情報を与えることが分かる。これは、純粋に地盤解析のスキルを要求する作業である。

(3) 信頼性解析は、MCS で行うので、設計者の理解は、直感的で容易である。

代表者らは、この方法を Eurocode7 開発のための国際会議を始め、いろいろな場で提案している。これは現在も継続中であり、最終的にもとめている報告書でも中心的な位置を占める。

この研究の成果は、J-28, 30, 31, 33, 38, C-13, 25, 26, 27, 31, 33, 34 など、2009 年度以降に発表されたものである。C-13 は、香港で開催された信頼性関連の国際会議で、代表者らが提案する方法の全体構想を発表したものであり、C-31 は 2011 年 6 月にミュンヘンで開

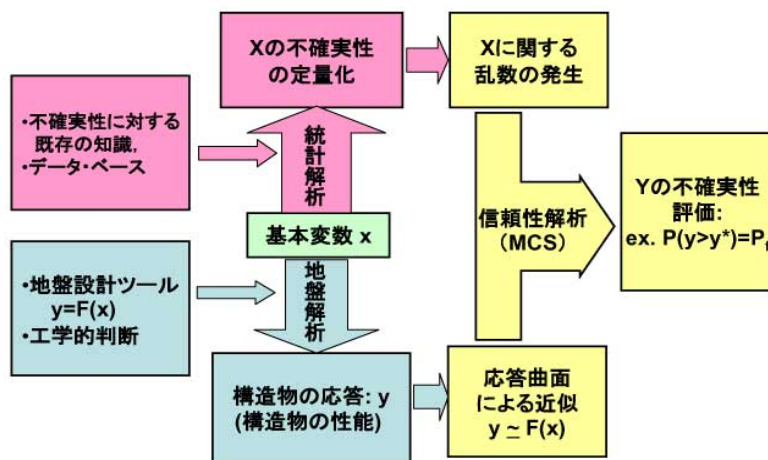


図-1 提案する信頼性解析スキーム (応答曲面(RS)法)

催されるコクサイ会議の Wilson Tang Lecture で、この考え方の大要と、幾つかの例題を発表し、国際的にこの方法の有効性を問う場となる。

(4) 確率場理論による地盤のモデル化

地盤は連続体であるので、地質学的に同一とみなされる土層は確率場の理論を用いてモデル化する。このモデル化に当たっては、(1)モデルパラメータの推定、(2)推定された確率場の積分値の評価方法（構造物の挙動は、このような確率場のある程度の大きさの体積や面積に関する積分値に支配される）等の問題がある。

これに対して、J-7, 9, 13, 14, 18, 23, 24, 27, 29, 39, C-5, 7, 11, 12, 18, 19 等の論文により、この問題を取り扱ってきた。

(5) 確率場からのサンプリング論

この問題は、(4)の問題と表裏一体を成す問題である。地盤工学ではこの研究は、その重要性にもかかわらず、それほど活発でない。当研究グループは、確率場の理論を基にした、統計学の問題としてこのテーマに取り組み、研究成果を挙げた。

特に、構造物の建設位置と調査位置の関係を明確に規定する局所推定と、両者の位置関係を考慮せず、一般的な地盤の不確実性により定式化を行う一般推定を区別することを重要であるとし、この線に沿って提案を進めてきた。さらにその具体的な結果も示してきた。

J-3, 30, 31, 33, C-3, 8, 13, 31 は、この研究の成果が含まれている。

(6) 信頼性関連データの収集・整理

この研究では、過去に得られた種々の地盤構造物の信頼性解析に関する知見を集大成することも大きな課題であった。この努力の結果は、最終的には課題(3)で言及する報告書にまとめられるが、その他に、過去に得られたデータを独自に解析するなどの努力を行っている。

この成果として挙げられる成果物にはつぎのようなものがある。J-1, 4, 5, 8, 10, 17, 20, 35, 36, 40, C-1, 2, 16, 17, 23, 24, 32, 35, B-2。

課題(B)については、2009年6月10-11日に国際地盤工学会主催の IS-Gifu をを開催した。以下に、地盤工学開始に掲載された会議の報告記事を引用する。著者は、本城勇介と原隆史である。

「IS 岐阜：地盤構造物の安全性とリスク」が、国際地盤工学会、地盤工学会及び Geosnet の主催で、2009年6月11-12日、岐阜市の長良川国際会議場を会場として開催された。登録者126名、出席者約100名、内国外からの参加者32名であった。このシンポジウムは、国際地盤工学会の TC23「地盤工学実務における限界状態設計法」および TC32「工学実務におけるリスク評価と管理」及び地盤工学に関連するリスクの評価や管理に興味を持つ研究者や実務者の集まりである Geosnet (Geotechnical Safety Network) の主導により開催され、次のようなテーマが主題となった。

- (1) 地盤構造物に関する不確実性の定量化と管理
- (2) 地盤構造物の性能設計、信頼性設計、限界状態設計と設計コードの開発
- (3) 地盤災害に関するリスク評価と管理
- (4) 大型地盤工事プロジェクトにおけるリスク管理に係る問題

会議では、1つの招待講演、2つの主題講演、1つの特別講演の他、51編の一般発表が行われた。全発表の3分の2は、海外からの参加者による発表であった。

この会議の招待講演は、第1回 Wilson Tang Lecture として、Ohio 州立大学の T.H. Wu 教授を講演者として「地盤工学における予測の信頼性」と題して講演が行われた。これは Tang 教授の長年の地盤工学リスク評価に関する貢献を記念し、この度初めて行われたものであり、Tang 教授と同様に、長年この分野の研究にたずわり、多くの業績を挙げてこられた Wu 教授を第一回の講演者として行われたものである。今後2-3年に1回開催される Geosnet が主催する会議において、継続されて行く事になる。

主題講演では、NGI の国際地盤災害センター長である F. Nadim 博士が「地盤災害のリスク評価と管理」について、同済大学の Huang 教授が高速道路山岳トンネルプロジェクトのリスク管理について、そして港湾空港研究所の菊池博士が性能設計に準拠した新しい「港湾施設の技術上の基準」の概要について講演を行った。また ISSMGE の Seco e Pinto 会長は、地盤構造物の設計基準である EC7 と地震に対する設計基準である EC8 の相互関係について特別講演された。

一般に投稿された論文については、会議主催者が用意した特別セッションと、それ以外の一般セッションに分かれて論文発表と討論が行われた。TC23 国内委員会が組織者となった「限界状態設計法に基づく設計コードの開発」のセッションは、もっとも発表論文数が多いセッション(17件)があり、欧州、東アジア、北米の設計コードの開発状況がよく理解できるセッションであった。



Chin 博士 (NTU) と Phoon 教授 (NUS) が主催者となった、「信頼性解析のベンチマーク」のセッションでは、正確でユーザーフレンドリーな信頼性解析手法についての議論が成され、将来の一つの研究の方向を示した。また、地盤工学におけるリスク評価と管理に関して多くの論文が発表された。特にオランダから数件の論文により体系的な地盤リスクの評価と管理に関する手法が発表され、興味深かった。

開会式における、組織委員会議長、国際地盤工学会会長、地盤工学会会長、さらに Geosnet 理事会議長、岐阜大学副学長の挨拶、閉会式における組織委員長挨拶、バンケットにおける地盤工学会国際委員会委員長、国際地盤工学会会長等の挨拶も、印象に残るものであった。

第 1 日目の夕方から、長良川の鵜飼に 47 名が参加した。幸い梅雨の晴れ間に恵まれ、また鵜匠から直に英語の解説を受けるなどのサービスもあり、海外からの参加者は特に楽しい一時を過ごした。

なお、この会議の論文は Proceedings として B-2 として Taylor and Francis より発行されている。

課題(C)については、地盤構造物の信頼性設計法を設計コードに適用した場合の統一見解をまとめた報告 C-14. わが国における性能設計とそれを実現するための信頼性設計法の発展を、設計コードの解説と合わせて総括的にまとめた論文 J-17 がある。

さらに、地盤構造物の実務的な信頼性解析法について解説した地盤工学会誌の講座記事 J-37, 38, 39, 40, 41 も本研究の成果の一部を公表する意味で有効であった。

この研究の課題(C)に関する最終的な青果物は、地盤構造物の信頼性設計法に関するテキストとしてもとめられており、その主要部分は既に先に示した大学院の集中講義でテキストとして用いられている。その全体の目次を、以下に示す。

地盤構造物の設計:性能設計と信頼性設計法の理念と実際

1 序論：地盤構造物の設計

- 1-1 性能設計と信頼性設計法
- 1-2 本書の構成

第 1 編 基礎理論

2. 2 確率論

- 2.1. 確率論の基礎概念
- 2.2. 確率変数と確率分布
- 2.3. 確率変数の演算

3. 確率分布

- 3.1. 一変数確率分布
- 3.2. 多変数確率分布
- 3.3. データの確率分布への当てはめ

4. 確率過程と確率場

- 4.1. 確率過程
- 4.2. 確率場

第 2 編 地盤構造物設計のための信頼性解析法

5. 序論

- 5.1. 信頼性設計の手順
- 5.2. 不確実性の分類
- 5.3. 本編の構成

6. 地盤パラメータの空間的モデル化

- 6.1. 確率場による地盤のモデル化
- 6.2. トレンド成分とランダム成分
- 6.3. モデルパラメータの推定とモデル選択

7. 統計的推定誤差

- 7.1. 問題の設定
- 7.2. 局所平均と分散関数及び推定分散
- 7.3. 一般および局所推定分散関数
- 7.4. 3次元確率場への拡張
- 7.5. 例題
- 7.6. まとめ

8. 変換誤差

- 8.1. 変換誤差の定量化の方法

8.2. 有用な設計用地盤パラメータの変換式
9. モデル化誤差
9.1. モデル化誤差の定量化の方法
9.2. 基礎構造物のモデル化誤差
9.3. 土構造物のモデル化誤差
10. 信頼性解析
10.1. はじめに
10.2. 簡単な信頼性解析の例題
10.3. 線状構造物への信頼性解析の例題
第3編 地盤構造物の信頼性解析：応用編
11. モンテカルロ・シミュレーション(MCS) (レベル III)
11.1. MCS による信頼性解析
11.2. 乱数の生成
11.3. MCS を効率化するためのいくつかの手法
11.4. 確率場のシミュレーション
12. 簡易な信頼性解析法 (レベル II)
12.1. 一次近似二次モーメント (FOSM) 法
12.2. 一次近似信頼性解析法 (FOSM)
12.3. Rousenblueth の点推定法
12.4. 浅岡の確率場積分の離散化近似
13. 設計コードと信頼性解析(レベル I)
13.1. 部分係数法と荷重抵抗係数法
13.2. 設計値法
13.3. コードキャリブレーションを巡る留意事項
13.4. 設計値法と MCS を組合わせたコードキャリブレーション
13.5. 結論

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下線)

[雑誌論文] (計 34 件)

学術雑誌論文(査読付き27件, 無し7件)

査読付き

- J-1. 高木克典, Kieu Le Thuy Chung, 本城勇介, 吉田郁政(2007): データベースに基づいた杭の使用限界状態照査に用いる鉛直バネ定数の推定, 構造工学論文集 (土木学会), Vol.53A, pp.208-217.(論文4-8).
- J-2. 相内美紀, 本城勇介(2007): 社会的要求性能を反映した耐震レベルの評価, 構造工学論文集 (土木学会), Vol.53A, pp.189-198 (論文4-6).
- J-3. Honjo, Y. and B. Setiawan (2007), General and local estimation of local average and their application in geotechnical parameter

estimations, Georisk, 1(3), 167-176.

- J-4. 本城勇介, 本田道識他(2007): (委員会報告) 盛土構造物の性能規格化における課題と展望, 土木学会論文集C, Vol.63, No.4, pp993-1000.
- J-5. 本城勇介(2008), 国家賠償法2条と社会基盤施設の安全性について, 地盤工学会誌 Vol.56, No.11, pp.8-11.
- J-6. Kazumba, S., G. Oron, Y. Honjo and K. Kamiya (2008): Lumped Model for Regional Groundwater Flow Analysis (HYDROL16226), Journal of Hydrology Vol. 359 pp. 131-140.
- J-7. Jlliati, M.N. and Y. Honjo (2008), Effects of spatial variability of soil parameters on settlement of a shallow foundation, Theoretical and Applied Mechanics Japan (ed. A. Murakami), Vol.57, pp.49-56.
- J-8. 田中 誠・遠藤和人・西村伸一・吉本憲正(2008): 廃棄物の工学的利用におけるリスクとは?, 地盤工学会誌, Vol.56, No.8, No.607, pp.4-7.
- J-9. Nishimura, S. and Shimizu, H. (2008): Reliability-based design of ground improvement for liquefaction mitigation, Structural Safety, Vol.30, pp.200-216.
- J-10. 古田 均・白木渡・本城勇介・佐藤尚次(2009), 性能設計における作用指針, 土木学会論文報告集(F), Vol.65, No.4, 473-485.
- J-11. 吉田郁政, 本城勇介, 秋山充良(2009): SMCSを用いた既設構造物のための信頼性解析の問題点と精度評価, 応用力学論文集Vol.12, pp.79-88.
- J-12. 吉田郁政, 秋山充良, 鈴木修一, 山上雅人 (2009) : Sequential Monte Carlo Simulationを用いた維持管理のための信頼性評価手法, 土木学会論文集A, Vol. 65, No.3, pp.758-775, 2009.08.
- J-13. 西村伸一・森 俊輔・藤澤和謙・村上 章 (2009): 豪雨時の越流破堤に対するため池堤体の信頼性設計, 土木学会応用力学論文集, Vol.12, pp.89-97.
- J-14. 西村伸一・清水英良(2009): 期待総費用最小化理論に基づく干拓堤防の最適液状化対策, 地盤工学会誌, Vol.57, No.3, pp.26-29.
- J-15. 村上 章・西村伸一・鈴木 誠・森 充広・倉田高士・藤村達也(2009): 開水路基礎の支持力問題における信頼性解析, 農業農村工学会論文集, 第260号, pp.175-181.
- J-16. 村上 章・西村伸一・鈴木 誠・森 充広・倉田高士・藤村達也(2009): 開水路基礎の支持力照査における部分安全係数の算定, 農業農村工学会論文集, 第259号, pp.71-78.
- J-17. Honjo, Y., Y. Kikuchi and M. Shirato (2010): Development of the design codes

- grounded on the performance based design concept in Japan, *Soils and Foundations: Jubilee Issue*, Vol. 50, No.6, pp983-1000.
- J-18. Rungbanaphan, P, Y. Honjo and I. Yoshida(2010): Settlement prediction by spatial-temporal random process using Asaoka's method, *Georisk*, Vol.4, No.4, pp.174-185.
- J-19. Hata, T., Y. Miyata and Y. Honjo (2010): Pumping-rate for contaminated groundwater with VOCs by using fuzzy inference model, *Georisk* Vol.4, No.2, pp.63-67.
- J-20. 本城 勇介, 諸岡博史(2010): 国家賠償法2条の瑕疵判例より見た社会基盤施設の安全性と技術者の責任, 土木学会論文集(F部門) Vol.64, No.1, pp.1-13.
- J-21. 吉田郁政, 鈴木修一, 秋山充良(2010): SMCSを用いたRC構造物劣化度逆推定のための塩化物イオン濃度計測誤差のモデル化, 応用力学論文集, Vol.13, pp. 79-88, 2010.8.
- J-22. 吉田郁政, 石丸真(2010): MPS法を用いた地震応答解析のための基礎検討, 土木学会論文集A, Vol.66, No.2, pp.206-218, 2010.4.
- J-23. 西村 伸一・藤原身江子・工藤健雄・内藤秀信・与那城稔・土屋善浩・高山裕太(2010):河川堤防の安全性評価に向けた強度分布の推定方法, 地盤と建設, Vol.28, No.1, pp.39-45.
- J-24. Nishimura, S., Fujisawa, K. and Murakami, A.: Reliability-based design of earth-fill dams based on the spatial distribution of strength parameters, *Georisk*, Vol.4, No.3, pp.140-147 (2010)
- J-25. 本城 勇介・町田裕樹・森口周二・原隆史・沢田和秀・八嶋厚(2011): 岐阜県飛騨圏域を対象とした道路斜面危険度評価, 土木学会論文集(C) (印刷中)
- J-26. Towhata, I., I. Yoshida, Y. Ishihara, S. Suzuki, M. Sato and T. Ueda(2009): On Design of Expressway Embankment in Seismically Active Area with Emphasis on Life Cycle Cost, *Soils and Foundations*, Vol.49, No.6, 871-882, 2009.12
- J-27. 西村 伸一・高山 裕太・鈴木 誠・村上 章・藤澤 和謙(2011): 堤体盛土におけるN値空間分布の推定, 土木学会論文集 (2011掲載予定)
- 投稿中の査読付論文(参考)**
- J-28. Honjo, Y., T. Hara, Y. Otake and T.C. Kieu Le (2011) Reliability Based Design of Examples set by ETC10, *Geotechnique* (under review)
- J-29. Rungbanaphan, P, Y. Honjo and I. Yoshida(2011): Spatial-temporal prediction of secondary compression using random

field theory, *Soils and Foundations* (under review)

- J-30. 本城 勇介・大竹雄・加藤栄和(2011): 地盤パラメータ局所平均の空間的ばらつきと統計的推定誤差の簡易評価理論, 土木学会論文集 (C) (投稿中)
- J-31. 大竹雄・本城 勇介・小池健介(2011): 調査地点を考慮した線状構造物の液状化危険度解析, 応用力学論文集(土木学会) (投稿中)
- J-32. 大竹雄・流石堯・本城 勇介・村上茂之・小林孝一(2011): 統計的手法を用いた橋梁点検データベースに基づく橋梁健全度評価に関する基礎的研究, 応用力学論文集(土木学会) (投稿中)
- J-33. 大竹雄・本城 勇介(2011): 応答曲面を用いた実用的な地盤構造物の信頼性設計法-液状化地盤上水路の耐震設計への適用-, 土木学会論文報告集 (C) (投稿中)
- J-34. 高木朗義・本城 勇介・倉内文孝・浅野憲雄・原隆史・沢田和秀・森口周二・北浦康嗣・八嶋厚 (2011): 岐阜県飛騨圏域を対象とした道路斜面のリスクマネジメント, 土木学会論文報告集 (F) (投稿中)

査読無し

- J-35. 本城 勇介(2009): (巻頭言) 性能設計概念に基づいた「港湾の施設の技術上の基準」、基礎工、Vol.37, No.3, p.1.
- J-36. 本城 勇介(2010): 「性能設計」、地盤工学会誌、Vol.58, No.1, p.20-21.
- J-37. 本城 勇介(2010): 講座を始めるに当たって、「講座：地盤構造物の設計コードと信頼性設計法」、地盤工学会誌 Vol.58, No.10, pp.51-52.
- J-38. 本城 勇介・鈴木誠(2010): 信頼性設計法による設計コードの開発の概要、「講座：地盤構造物の設計コードと信頼性設計法」、地盤工学会誌 Vol.58, No.10, pp.53-60.
- J-39. 西村 伸一・渡部要一(2010): 地盤構造物の設計コードと信頼性設計法 3. 地盤データのばらつきと特性値・設計値の決定, 地盤工学会誌, 第58巻, 第11号, pp.54-61
- J-40. 原隆史・本城 勇介(2010): Eurocode 7とAASHTO基準における信頼性設計法の適用, 「講座：地盤構造物の設計コードと信頼性設計法」、地盤工学会誌 Vol.58, No.12, pp.62-69.
- J-41. 本城 勇介(2011): 講座を終えるに当たって、「講座：地盤構造物の設計コードと信頼性設計法」、地盤工学会誌 Vol.59, No.2, pp.65-66.

[学会発表] (計 36 件)

- C-1. Honjo, Y., T. C. Kieu Le & K.

- Takagi(2007): Determination of Vertical Spring Constants of a Single Pile Based on Statistical Analysis of Pile Loading Database, Proc. 16th SEAGC (South East Asian Geotechnical Conference), pp.343-346, Malaysia.
- C-2. Honjo, Y. and T. Nagao (2007): Development of a basic specific design code on performance based specification concept: the technical standards for port and harbor facilities (2007), Proc. of 1st International symposium on geotechnical safety and risk (ISGSR2007), Vol.1, pp.105-116.
- C-3. Honjo, Y. and B. Setiawan (2007): On conditional estimation accuracy of spatial average of soil properties and sample size, Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (Proc. 10th ICASP), eds. J.Kanda, T. Takada and H. Furuta, pp. 89-90, (Full paper in CD, 8pp.)
- C-4. Kieu Le, T. C. and Y. Honjo (2007): A general procedure to determine load and resistance factors for geotechnical structures by Monte Carlo simulation, Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (Proc. 10th ICASP), eds. J.Kanda, T. Takada and H. Furuta, pp. 95-97, (Full paper in CD, 8pp.).
- C-5. Honjo, Y. and M.N. Jliati (2007) Effects of spatial variability and statistical estimation error in prediction of settlement of shallow foundation, Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (Proc. 10th ICASP), eds. J.Kanda, T. Takada and H. Furuta, pp. 173-174, (Full paper in CD, 8pp.).
- C-6. Shinoda, M. and Y. Honjo (2007), Probabilistic precipitation map by the extreme value model based on meteorological data, Applications of Statistics and Probability in Civil Engineering (Proc. 10th ICASP), eds. J.Kanda, T. Takada and H. Furuta, pp. 203-204, (Full paper in CD, 8pp.).
- C-7. Honjo, Y., Machida Y. & Jilati, M. N.(2008): Modeling of Spatial Variability of Soil Property and Reliability Based Design of Piles, Proc of Geotropika 2008, 11pp.
- C-8. Honjo, Y.(2008): General vs. Local Reliability Based Design in Geotechnical Engineering, a keynote lecture at APSSRA'08, Structural Reliability and Its Application (eds. L.S. Katafygiotls, Limin Zhang, W.H. Tang and M. Cheung) pp.41-52.
- C-9. Towhata, I., Yoshida, I., Suzuki, S. and Ishihara, Y.(2008): Life Cycle Cost Evaluation for Seismic Performance-Based Design, The 12th International Conference of International Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, 2008.10.
- C-10. Yoshida, I.(2008): Laplace Distribution for A Priori Information for Damage Detection, ICCES, Vol.6, No.3, pp.195-200, 2008.3
- C-11. Nishimura, S., Murakami, A. and Matsuura, K.(2008): Reliability-Based Design of Earth-Fill Dams Considering Spatial Distribution of Strength Parameters, Proc. of 12th IACMAG, pp.1827-1835
- C-12. Nishimura, S.(2008): Comparison of transport analysis in random field for permeability with the particle tracking method, Structural Reliability and Its Applications, Proc. APSSRA'08, L.S. Katafygiotis, Limin Zhang, Wilson, H. Tang and M. Cheung (eds.) pp.417-424
- C-13. Honjo, Y.(2009): General vs. Local RBD and Determination of Characteristic Values, Contemporary Topics in In Situ Testing, Analysis, and Reliability of Foundations (eds. M. Iskander, D.F. Laefer and M.H. Hussein), ASCE Geotechnical Special Publication No. 186, Selected papers from the 2009 International Foundation Congress & Equipment Expo, pp. 395-402.
- C-14. Honjo, Y., T.C. Kieu Le, T. Hara, M. Shirato, M. Suzuki and Y. Kikuchi (2009), Code calibration in reliability based design level I verification format for geotechnical structures, Geotechnical Safety and Risk (Proc. of IS-Gifu) (eds. Y. Honjo, M. Suzuki, T. Hara and F. Zhang), CRC press, pp. 433-452.
- C-15. Kieu Le, T. C. and Y. Honjo(2009), Study on determination of partial factors for geotechnical structure design, Geotechnical Safety and Risk (Proc. of IS-Gifu) (eds. Y. Honjo, M. Suzuki, T. Hara and F. Zhang), CRC press, pp.75-82.
- C-16. Nagao, T., Y. Watabe, Y. Kikuchi and Y. Honjo (2009): Recent revision of Japanese Technical standard for port and harbor facilities based on a performance based design concept, Geotechnical Safety and Risk (Proc. of IS-Gifu) (eds. Y. Honjo, M. Suzuki, T. Hara and F. Zhang), CRC press, pp.39-50
- C-17. Honda, M. Y. Kikuchi and Y. Honjo (2009): Application of concept in 'Geo-code 21' to earth structures, Geotechnical Safety and Risk (Proc. of IS-Gifu) (eds. Y. Honjo, M. Suzuki, T. Hara and F. Zhang), CRC press, pp.155-158.

- C-18. Rungbanaphan, P., Y. Honjo and I. Yoshida (2009), A case study on settlement prediction by spatial-temporal random process, Geotechnical Safety and Risk (Proc. of IS-Gifu) (eds. Y. Honjo, M. Suzuki, T. Hara and F. Zhang), CRC press, pp.301-307.
- C-19. Rungbanaphan, P., Y. Honjo and I. Yoshida (2009): Settlement Prediction by Spatial-temporal Random Process, Proc. ICSSAR, p.348 (paper in CD-ROM)
- C-20. Yoshida, I., Akiyama, M. and Suzuki, S. (2009): Reliability Analysis of an Existing RC Structure Updated by Inspection Data, Proceedings of 10th International Conference on Structural Safety and Reliability, pp.2482-2489, 2009.9.
- C-21. Yoshida, I. (2009): Data assimilation and reliability estimation of existing structure, Proceedings of ECCOMAS Thematic Conference on Computational Methods in Structural Dynamics and Earthquake Engineering (CD-ROM), 2009.6.
- C-22. Nishimura, S. Mori, S. (2009): Risk evaluation and reliability-based design of earth-fill dams for overflow due to heavy rains, Safety, Reliability and Risk of Structures, Infrastructures and Engineering Systems, Furuta, H., Frangopol D. M., Shinozuka, M. (eds.), Proc. of ICOSSAR2009, pp.246-251
- C-23. Murakami, A. Nishimura, S., Suzuki, M., Mori, M., Kurata, T. and Fujimura, T. (2009): Determination of partial factors for the verification of the bearing capacity of shallow foundations under open channels, Geotechnical risk and safety, Honjo, Y., Suzuki, M, Hara, T. and Zhang. F. (eds.), Proc. IS-Gifu 2009
- C-24. Nishimura, S., Murakami, A. and Fujisawa, K. (2009): Risk evaluation and reliability-based design of earth-fill dams, Prediction and simulation methods for geohazard mitigation, Oka, F., Murakami, A. and Kimoto, S (eds.), Proc. of IS-Kyoto2009, pp.547-552
- C-25. Honjo, Y., T. Hara and T.C. Kieu Le (2010): Level III reliability based design by response surface: an embankment, Proc. 17th Southeast Asian Geotechnical Conference, Vol.2 pp203-206, Taipei.
- C-26. Honjo, Y., T. Hara and T.C. Kieu Le (2010): Level III reliability based design by response surface: pad foundation, Proc. 17th Southeast Asian Geotechnical Conference, Vol.2 pp.207-210, Taipei.
- C-27. Honjo, Y., T. Hara and T.C. Kieu Le (2010): Level III Reliability Based Design of Examples set by ETC10, Proc. 2nd International Workshop on the evaluation of Eurocode 7, Pavia, Italy.
- C-28. Yoshida, I. (2010): Reliability Estimation of RC-Structures for Rational Maintenance, Proceedings of 2nd International Symposium on Advances in Urban Safety, pp.65-74, 2010.3.
- C-29. M. Akiyama, DM. Frangopol and I. Yoshida (2010): Long-term performance prediction of RC bridge slabs in a marine environment, Proceedings of the Fifth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management, pp. 3005-3012, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
- C-30. M. Akiyama, D.M. Frangopol, I. Yoshida (2010): Service life of RC structures in a marine environment: A probabilistic approach. pp. 281-288. 2nd International Symposium on Service Life Design for Infrastructure. Edited by K. van Breugel, G. Ye and Y. Yuan. 4-6 Oct. 2010, Delft, The Netherlands.
- C-31. Honjo, Y. (2011): Challenges in Geotechnical Reliability Based Design -2nd Wilson Tang Lecture-, 3rd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (under printing).
- C-32. Hara, T., Y. Honjo, Y. Otake and S. Moriguchi (2011): Application of reliability based design (RBD) to Eurocode 7, 3rd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (under printing).
- C-33. Otake, Y., Y. Honjo, Y. T.Hara and S.Moriguchi (2011): Level III Reliability Based Design employing Numerical Analysis -Application of RBD to FEM -, 3rd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (under printing).
- C-34. Moriguchi, S., Y. Honjo, Y. T. Hara and Y. Otake (2011): Level III Reliability Based Design employing Numerical Analysis -Application of RBD to DEM -, 3rd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (under printing).
- C-35. Teixeira, A., A. Gomes Correia, Y. Honjo and A. Henriques (2011): Reliability analysis of a pile foundation in a residual soil: contribution of the uncertainties involved and partial factors, 3rd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk (under printing).
- C-36. Honjo, Y., Y. Otake, S. Moriguchi and T. Hara (2011): Road Slopes Risk Assessment

of the Northern Part of Gifu Prefecture Japan, Risk assessment and management in geo-engineering (GEORISK 2011), ASCE, (under printing).

〔図書〕(計 2件)

B-1. Honjo Y. (2008): Monte Carlo Simulation in reliability analysis, pp.169-191, in Reliability Based Design in Geotechnical Engineering (ed. K.K. Phoon), Taylor & Francis.

B-2. Honjo, Y., M. Suzuki, T. Hara and F. Zhang (2009): Geotechnical Risk and Safety (Proc. of IS-Gifu / 2nd International Symposium on Geotechnical Safety and Risk), CRT Press (Taylor & Francis Group) pp.453

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況 (計 0件)

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

本城 勇介 (HONJO YUSUKE)
岐阜大学・工学部・教授
研究者番号：10251852

(2)研究分担者

吉田郁政 (YOSHIDA IKUMASA)
東京都市大学・工学部・教授
研究者番号：60409373

西村 伸一 (NISHIMURA SHINICHI)
岡山大学・大学院環境学研究科・准教授
研究者番号：30198501

(3)連携研究者

鈴木 誠 (SUZUKI MAKOTO)
清水建設株式会社技術研究所・社会基盤技術センター・所長
研究者番号：90416818

白戸 真大 (SHIRATO MASAHIRO)
独立行政法人土木研究所・基礎研究チーム・研究員 (当時)
研究者番号：90355898

菊池 喜昭 (KIKUCHI YOSHIAKI)
独立行政法人港湾空港研究所・構造部・部長
研究者番号：40371760

堀越 研一 (HORIKOSHI KENICHI)
大成建設株式会社・技術センター・主任研究員
研究者番号：30374052

長尾 毅 (NAGAO TSUYOSHI)
国土交通省・国土技術政策総合研究所・港湾施設研究室・室長
研究者番号：30356042