

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 10 日現在

機関番号：13102

研究種目：基盤研究(A)

研究期間：2012～2014

課題番号：24246079

研究課題名(和文) 巨大津波による橋りょう流失メカニズムの解明と対応策の検証方法の提案

研究課題名(英文) damage mechanism of bridge structures by huge tsunami and the proposal of countermeasures

研究代表者

丸山 久一 (Maruyama, Kyuichi)

長岡技術科学大学・工学部・名誉教授

研究者番号：30126479

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 35,600,000円

研究成果の概要(和文)：大規模な水理模型実験と3次元流体解析および津波伝播解析により、巨大津波による橋梁への作用力を検討した。段波・孤立波による揚力に加え、定常および非定常状態も含む流れによる流体力を定量的に評価した。評価式の妥当性を東北地方太平洋沖地震津波による橋梁被害データにより検証を行い、津波伝播解析による津波波力の評価の妥当性と限界を明らかにした。橋梁周辺の流れを3次的に計算し、かつ橋梁の移動現象も再現可能な固気液連成解析および橋梁の支承等の破壊を高精度に再現可能な個別要素法解析を開発し、種々の補強対策の効果が数値解析的に評価可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：Acting force on bridge structures due to huge tsunami was studied through large scale hydraulic test, 3D computational fluid dynamics and tsunami wave propagation analysis. In addition to lift by staircase wave and solitary wave, hydrodynamic force both in steady and unsteady flow is evaluated quantitatively. Evaluation equation was verified with data set of bridge structures attacked by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake tsunami. Limitation of evaluation equation was also recognized.

Computational fluid dynamic program which is able to simulate the movement of bridge structures was developed with use of coupling technique between solid, gas, and liquid phase. The effect of strengthening method is able to be evaluated by the AEM software which deals with fracture and large deformation of structures.

研究分野：コンクリート工学

キーワード：津波 橋梁

## 1. 研究開始当初の背景

東日本大震災では、巨大津波によって多くの人命・財産が失われた。社会基盤インフラにおいても、防波堤、防潮堤および堤防の破壊、エネルギー関連施設の機能停止、盛土や橋梁の流失など、広範囲かつ甚大な被害が生じた。

これら社会基盤インフラの復旧の遅滞が、被災直後から現在に至るまで、震災復旧活動の支障となり、被災地の多くの人々の生活に不自由を与える一因となっていることは、明瞭である。

このように、多くのインフラ施設が壊滅的な被害を受けた要因は、大きく分けて二つある。一つは、ここまで大きな津波が来襲することを予期していなかった想像力の欠如であり、もう一つは、津波に限らず高潮も含めて、海洋災害は防波堤や防潮堤ですべて解決すべきものであると考え、その他の構造物が津波を被ることなど、まったく考えていなかったことである。そのことは、橋梁等の構造物の設計の指針あるいは基準となっている土木学会コンクリート標準示方書、道路橋示方書、鉄道構造物設計標準に、津波や高潮の外力については、ほとんど言及がないことから明らかである。大規模津波が発生した際に、重要構造物の機能維持をはかるためにも、橋梁を含めた社会基盤インフラの津波対策を早急に整備することが、喫緊の課題となっている。

津波の波力については、防波堤や防潮堤を対象として研究が精力的に実施されており、津波がそれらを越えない限り、理論面においても実用面においても、津波対策は完成されていると考えてよい。しかし、東日本大震災のように、防波堤や防潮堤を大きく超える津波が襲来した場合の構造物の被害を予測するためには、いくつかの課題を克服する必要がある。特に、遡上してきた津波が構造物にぶつかる瞬間の衝撃力や、流れの中で構造物が受ける揚圧力を適切に評価することが大きな課題である。

前者については、VOF法によるNavier-Stokes式の数値解を求める計算手法が有川ら(2005)によって開発されており、砕波を伴う複雑な波圧を精度よく計算できることが確認されている。また、この解析法は、津波による衝撃力を含む水平力を精度よく再現できることが、実験結果との比較によって示されている(鳴原・藤間・庄司、2009)。一方、後者の揚圧力については、庄司らの水理実験による検討により、揚圧力と水平波力がほぼ同等となる場合もあることが示されているものの、具体的な評価方法は、これから検討していく必要がある。

津波の力に関するマクロな検討については、幸左らによって、構造的な見地から行われている。スマトラ沖地震の際に生じた大きな津波による橋梁の流失を調査して、橋梁の流失に関する簡易な判定条件を示して

いる。

しかし、これらの研究成果が今回の東日本大震災での橋梁の被災結果(被害を免れた橋梁も含めて)を適切に評価できるか否かは、まだ検討されていない。東海・東南海地震の逼迫度を考えると、既往の研究成果の評価に加えて、適切な被災の予測手法を早急に確立する必要がある。

## 2. 研究の目的

本研究では、橋梁が巨大津波に襲われる際の力と、津波に対する抵抗力の検討を行うことで、橋梁の流失メカニズムの解明を行う。また、その成果に基づき、橋梁の流失対策およびその効果の評価方法の提案を行う。

津波の力と抵抗力は、数値解析を主体に検討を行う。これまでに開発してきた津波遡上解析モデルやコンクリート構造物の非線形構造モデルに加え、本課題において、津波先端の衝撃力と流れの中における揚圧力を評価できるモデルを構築することで、数値解析のフレームを完成させる。モデル化にあたっては、東日本大震災での橋梁の被災状況に関する現地調査データ等を検証データとして活用し、信頼性の高い解析手法を確立する。その解析手法によるパラメータスタディーを通して、橋梁の被災予測手法を提案する。

## 3. 研究の方法

まず、東日本大震災で津波被害を受けた橋梁の調査結果、浸水データ、協力研究者から提供のあった情報を、データベース化する。これらのデータを検証データとして、東北地方太平洋沖地震による津波の伝搬と遡上を平面2次元解析により再現計算する。沖側では線形長波理論を、陸域では非線形長波理論を用いながら、現地調査を実施した橋梁の位置における流速と水位の時刻歴を計算する。計算で得られた流速をモリソン式に代入して、橋梁の流失被害判定を行い、どの程度実際の被害状況を評価できるのか検証する。

次に、津波で橋梁が浸水した際に生じる、揚圧力の評価方法について、検討を行う。ここでは、VOF法によるNavier-Stokes式の数値解を求める計算手法によって、揚圧力をどの程度まで予測できるのかを確認する。計算結果の検証には、大きな流れの中での揚圧力の計測結果が欠かせない。しかし、橋梁に作用する揚圧力の計測例は数が少ない上、それらのほとんどが中小規模の水理実験による衝撃的な揚力計測結果であり、今回の検証には不向きである。そこで、大型の水路施設を用いて模型実験を行い、津波による揚力に関する検証用のデータを収集する。水理試験には、港湾空港技術研究所が保有する水路実験施設を使用する。実験と同時に3次元数値波動水路により再現計算を行い、実験結果との比較を行って計算値の妥当性を検証したうえで、パラメータ解析を行って孤立波による波力の特性と評価を行う。また、流れの中で

の波力と孤立波による波力の違いについて、分析を進める。これらの検討結果をふまえ、実験のモデルとする陸前高田市の沼田跨線橋を対象として、津波伝搬・遡上解析を行う。遡上解析の最小領域では3次元計算を行うことで、橋梁に作用した波力の時刻歴を直接求め、沼田跨線橋の流失メカニズムを推定する。計算による被害推定結果と実際の流失被害状況の比較を行うことで、孤立波による流失メカニズムの検証を行う。

また、3次元数値波動水路により、流れの中で橋梁がどのような力を受けるのか分析し、流失被害メカニズムの検討を行う。橋梁の形状や位置、流れの特性が水圧分布にどのような影響を与えるのか感度分析を行い、流れの中での被害予測モデルを構築する。

これらの検討結果を踏まえ、東日本大震災の津波で破壊した橋梁（歌津大橋、津谷川橋梁）の再現解析を行う。爆破解析等で用いられるAEM解析を適用し、橋梁の津波被災状況の再現と、各種補強効果の評価を解析的に検討する。

衝撃波圧は瞬間的な作用であるため、大きな構造物の被害推定には、構造物の移動を解く必要がある。そこで、固気液3層連成解析を開発し、移動固体中の流体挙動を直接評価する方法を提案し、模型実験との比較を通して精度と有用性を検証する。

#### 4. 研究成果

2011年東北地方太平洋沖地震における橋梁の被害調査を行い、被害の概要を整理し、被害の特徴を明らかとした。調査の結果、浸水域には1799橋の橋梁が存在し、そのうち252橋の橋梁が流失や移動・変形を伴う被害を受けていたことが明らかとなった。統計的な分析の結果、浸水深が大きくなるほど被害率が大きくなる傾向にあった。抗力と摩擦抵抗力の比較により、桁移動に対する安全率を求めたところ、浸水深から簡易的に流速を推測することで、被害の有無をある程度説明できることが示された。



図1 東北地方太平洋沖地震津波により被害を受けた橋梁の分布

陸前高田市で桁の流失被害を受けた沼田跨線橋を対象として、1/10スケールの模型実

験を実施した。実規模で6~7m/sの流速であっても定常流の中では、流失が生じなかった。また、定常流の中では橋桁には負の揚力が発生し、その結果、摩擦抵抗力も大きくなるので、必ずしも流速が大きいほど安全率が小さくなるわけではないことが実験的に示された。このような傾向は流体解析においても再現できることが確認された。一方、孤立波を受けた場合には、橋梁前面の下部の圧力が大きくなり、大きな揚力が発生する結果、橋梁は上方に持ち上げられ、流失した。これらの実験事実は解析によっても高精度で再現されたことから、沼田跨線橋では何らかの波が衝突し、桁流失の被害が生じたと推定された。

水位上昇を伴う非定常流れにおいて、橋桁が受ける流体力を検討したところ、小型模型実験においても数値流体解析においても、揚力の発生状況は定常流と大きく異なる結果を得た。水位上昇時には水面形が平坦になり、橋桁上面で渦が卓越し、圧力が低下することから、揚力が生じることが示された。



図2 沼田跨線橋の水利模型実験状況

これらの知見を踏まえて、東北地方太平洋沖地震津波の津波伝播遡上解析を実施した。流速と水位の経時データを用いた簡易波力評価によって、ある程度橋桁の流失判定が可能であることが示されたと同時に、精度的な限界があることも明らかとなった。

固気液連成解析により、小型模型橋梁の孤立波による流失現象の再現計算を実施したところ、橋梁の密度が1.0g/cm<sup>3</sup>の場合の流失現象を再現することができたが、コンクリートのような大きな密度を持った橋梁の流失現象の再現には至らなかった。小型模型実験においては、比較的周期の長い波の中では模型橋梁を流失させるような力は発生しなかった。

AEM（個別要素法）を用いた構造解析により、津谷川橋梁の橋脚損傷の再現計算を実施した。移動開始後の作用力について、簡易修正モデルを構築し、計算に考慮したところ、流速から推定される津波による抗力によって、実際の被害状況と同様の損傷が橋脚に発生した。また、橋脚を補強することによって、橋桁の流失が防げたことが示された。同様の検討は歌津大橋を対象に行い、流失現象の再現と補強方法の提案・評価に成功している。

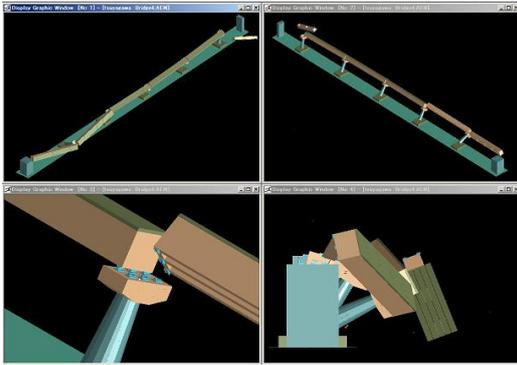


図3 個別要素法による津谷川橋梁の被災シミュレーション

## 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29件)

1. 嶋原良典：津波数値計算における非構造格子を利用したネスティング手法の提案、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、査読有、68 巻、2012 年、pp. 186-190
2. 村嶋陽一：非線形分散波モデルによる東北地方太平洋沖地震津波のソリトン分裂の再現、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、査読有、68 巻、2012 年、pp. 206-210
3. 藤間功司：津波防災施設の最適規模と残余リスクを明示する手法の提案、土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)、査読有、69 巻、2013 年、0-0
4. 中村友昭：津波による橋梁への作用津波力と桁移動に関する数値解析、土木学会論文集 B3 (海洋開発)、査読有、68 巻、2012 年、pp. 228-233
5. 白石卓也：衛星写真と現地調査による津波被害を受けた橋梁の調査、コンクリート工学年次論文集、査読有、34 巻、2012 年、pp. 1111-1116
6. 監物希美、丸山久一、田中泰司：3次元数値波動水槽による PCT 桁橋に作用する津波波力の分析、プレストレストコンクリート工学会シンポジウム論文集、査読有、22 巻、2013 年、pp. 49-52
7. 監物希美、丸山久一、田中泰司：数値波動水槽を用いた津波による橋梁流出メカニズムの検討、土木学会年次学術講演会講演概要集、査読なし、68 巻、2013 年、pp. 319-320
8. 田中泰司、白石卓也、丸山久一、山口貴幸：東北地方太平洋沖地震において津波被害を受けた橋梁の調査と波力・抵抗力の評価、高速道路と自動車、査読有、26 巻、2013 年、pp. 21-28
9. 中村友昭、水谷法美、Xingyue REN：津波による桁の移動に与える津波力低減対策の影響に関する研究、土木学会論文集 B3 (海洋開発)、査読有、69 巻、2013 年、pp. 359-364
10. 中村友昭、澤祐太郎、Xingyue REN、水

谷法美：橋桁への作用津波力と橋桁の流出限界に関する実験的研究、土木学会論文集 B3 (海洋開発)、査読有、69 巻、2013 年、pp. 335-340

11. 中村友昭、水谷法美、Xingyue REN：橋桁へ作用する津波力と桁の移動に与える津波力の影響に関する数値解析、土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)、査読有、69 巻、2013 年、pp. 20-30
12. 澤祐太郎、中村友昭、水谷法美：橋桁に作用する津波力と波圧の特性に関する一考察、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、査読なし、55 巻、2014 年、pp. 89-90
13. 中村友昭、澤祐太郎、水谷法美：橋桁に作用する津波力と桁の流出挙動に関する一考察、土木学会年次学術講演会講演概要集、査読なし、68 巻、2013 年、pp. 317-318
14. 細田暁：津波に対する橋梁の安全性の向上に向けて 土木学会「津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会」の成果の概要、月刊コンクリートテクノ、査読なし、33 巻、2014 年、pp. 19-23
15. 藤間功司、樋渡康子：津波防災施設の最適規模と残余リスクを明示する手法の提案、土木学会論文集 A1 (構造・地震工学)、査読有、69 巻、2013 年、pp. 345-357
16. 松本隆宏、藤間功司、嶋原良典：橋桁に作用する水平・鉛直津波波力の再現計算、第 41 回土木学会関東支部技術研究発表会概要集、査読なし、41 巻、2013 年、pp. 140-141
17. 藤間功司：津波の解析手法、ながれ、査読有、31 巻、2013 年、pp. 3-8
18. 藤間功司：津波による被害と今後の防災対策、橋梁と基礎、査読なし、47 巻、2013 年、pp. 18-21
19. Y. Tanaka, K. Maruyama, N. Kenmotsu and M. Watanabe: Study on TSUNAMI Force Acting on Bridges, Proceedings of the sixth Asia-Pacific Young Researchers and Graduates Symposium (YRGS2014), 査読なし、2014, pp. 47-52
20. 監物希美、田中泰司、丸山久一、工藤進平：橋梁に作用する津波流体力の解析的検討、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、査読なし、Vol. 70, No. 2, 2014, I\_846-I\_850
21. 大野又稔、渡辺健、河村佳英、岡本大、本田隆英：流速および圧力状態に着目した PCT 形桁に対する流体力に関する一考察、土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集、査読なし、69 巻、2014 年、pp. 15-16
22. 渡辺健、河村佳英、大野又稔、岡本大、織田幸伸：一様流作用下におけるコンクリート鉄道橋りょうに働く流体力に関する研究、土木学会論文集 B2 (海岸工学)、査読有、70 巻、2014、I\_856-I\_860
23. Hamed Salem, Suzan Mohssen, Kenji Kosa and Akira Hosoda: Collapse Analysis of Utatsu Ohashi Bridge Damaged by Tohoku Tsunami Using Applied Element Method, Journal of Advanced Concrete Technology,

査読あり, 12 巻, 2014, pp.388-402

24. Hamed Salem, Suzan Mohssen, Yuto Nishikiori and Akira HOSODA: Numerical Collapse Analysis of Tsuyagawa Bridge Damaged by Tohoku Tsunami, コンクリート工学年次論文集, 査読あり, Vol. 37, 2015, 掲載決定

25. Y. Yamada, M. Iwanami, N. Chijiwa: Shear fatigue mechanism of reinforced concrete beams with cracks due to rebar corrosion, IALCCE2014, Proceedings of IALCCE2014, 査読有, 2014, pp.1491-1499

26. 中村 友昭, 澤 祐太郎, 水谷 法美: 橋桁に作用する津波による波圧および波力の特性に関する実験的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), 査読有, Vol. 70 (2014) No. 2, 2014, I\_408-I\_413

27. 庄司 学, 清水裕文, 水野魁人, 藤間功司, 嶋原良典: 橋桁に作用する津波波力の水平成分及び鉛直成分の評価, 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), 査読有, Vol. 70, No. 4, pp. I\_616-I\_627

28. 嶋原良典, Juan Horrillo: 確率論的手法を用いた海底地すべり津波波源の推定—メキシコ湾への適用—, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 査読有, Vol. 70, No. 2, 2014 年, pp. I\_281-I\_285

29. 原田賢治, 嶋原良典, 瀬尾直樹, 小西康彦, 山崎宣良, 松本貴久, 砂坂善雄, 小黒明, 石野好彦, 長谷川浩市, 鈴木一仁: 下水道施設における地震・津波対策の効果的対策規模の基礎検討, 土木学会第 34 回地震工学研究発表会講演論文集, 査読なし, 2014 年, A13-662

[学会発表] (計 30 件)

1. 渡辺健: 東日本大震災によるコンクリート構造物の被災状況—鉄道橋りょうの被災状況と取り組み—, 日本コンクリート工学会九州支部特別講演会, 2012.4.20, 福岡

2. 澤祐太郎: 津波による橋桁の流出限界に関する一考察, 土木学会中部支部, 2013.3.8, 愛知工業大学

3. 中村友昭: 橋桁へ作用する津波力と桁の移動に与える津波力の影響に関する数値解析, 第 32 回地震工学研究発表会, 2012.10.25~2012.10.27, 東京大学生産技術研究所

4. 中村友昭: 津波による橋梁への作用力に関する 3 次元数値シミュレーション, 日本流体力学学会 2012, 2012.9.16~2012.9.18, 高知大学

5. Ren, X: Investigation of bridge failure caused by tsunami based on numerical method, 土木学会中部支部, 2013.3.8, 愛知工業大学

6. Kyuichi Maruyama: Damage of bridge structures by huge tsunami and evaluation of tsunami force on bridges, The 8<sup>th</sup> international symposium on social management systems, 2012.5.2~2012.5.4,

Takao, Taiwan

7. Kyuichi Maruyama: The great east Japan earthquake-performance of structures and lessons learned from Japan disaster including essence of sustainability, Invited lecture at FIC, 2012.5.29~2012.5.31, Mexico city

8. Kyuichi Maruyama: Evaluation of Tsunami force acting on bridges by great east Japan earthquake, 10<sup>th</sup> International conference on urban earthquake engineering, 2013.3.1, 東京工業大学

9. 丸山久一: 巨大外力と構造物の設計, 第 5 回啓発セミナー, LIME Japan, 2012.7.13, USTREAM

10. 丸山久一: コンクリートが果たす役割, 連続シンポジウム第 7 回「大地震を契機に国土保全を考える」, 2012.8.8, 日本学術会議

11. 丸山久一: 津波外力の考え方について, 平成 24 年度土木学会全国大会研究討論会, 2012.9.7, 名古屋大学

12. 丸山久一: 国土保全, インフラ整備におけるコンクリート構造物の役割と課題, 学術フォーラム, テーマ 4 「自然, 災害と国土保全」, 2012.11.29, 日本学術会議

13. Kyuichi Maruyama: Evaluation of TSUNAMI force acting on bridge girders, Thirteenth East Asia Pacific Conference on structural engineering and construction, 2013.9.11~2013.9.13, 北海道大学

14. 渡邊政博: 橋桁への津波作用に対する CADMAS-SURF/3D の適用性, 津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会成果報告会・シンポジウム, 2013.11.7, 東京大学

15. 監物希美: 数値波動水槽を用いた津波による橋梁流出メカニズムの検討, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.9.4~2013.9.6, 日本大学

16. 監物希美: 3 次元数値波動水槽による PCT 桁橋に作用する津波波力の分析, プレストレストコンクリート工学会第 22 回シンポジウム, 2013.10.24~2013.10.25, 静岡コンベンションアーツセンター

17. 澤祐太郎: 橋桁に作用する津波力と波圧の特性に関する一考察, 土木学会中部支部研究発表会, 2014. 3. 7, 岐阜大学

18. 中村友昭: 津波による桁の移動に与えるフェアリングの影響に関する数値解析, 津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会成果報告会・シンポジウム, 2013.11.7, 東京大学

19. 中村友昭: 橋桁に作用する津波力と桁の流出挙動に関する一考察, 土木学会第 68 回年次学術講演会, 2013.9.4~2013.9.6, 日本大学

20. 細田暁: 津波を受けた津谷川橋梁の応用要素法による破壊解析, 津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会成果報告会・シンポジウム, 2013.11.7,

東京大学

21. Hamed Salem: Collapse analysis of Utatsu ohashi bridge using applied element method. 津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会成果報告会・シンポジウム、2013.11.7、東京大学

22. Koji Fujima: Reduced risk and remained risk by tsunami countermeasure, Annual meeting on Asia Oceania Geoscience Society, 2013.6.24~2013.6.28, Brisbane

23. 澤祐太郎, 中村友昭, 水谷法美: 流れによる圧力低下を考慮した橋桁に作用する鉛直津波力の算定手法に関する一考察, 平成 26 年度土木学会中部支部研究発表会, 2015.3.6, 豊橋技術科学大学

24. 嶋原良典, Juan Horrillo: 確率論的手法による海底地すべり津波波源推定手法のメキシコ湾への適用、日本地球惑星科学連合年次大会、2014 年 4 月 28 日~2014 年 5 月 2 日、パシフィコ横浜・会議センター

25. 庄司学, 嶋原良典: 橋桁に作用する津波波力のモデル化、第 14 回日本地震工学シンポジウム、2014 年 12 月 4 日~12 月 6 日、幕張メッセ国際会議場

26. Alyssa Pampell, Juan Horrillo, Yoshinori Shigihara and Lisha Parambath: Assessment of Landslide-Tsunami Hazard for the Gulf of Mexico Using a Probabilistic Approach, AGU 2014 Fall Meeting, 2014 年 12 月 14 日~2014 年 12 月 18 日, The Moscone Center (San Francisco, USA)

27. 嶋原良典: 海底地すべりによる津波に関する確率論的評価手法、原子力土木委員会津波評価小委員会 講演会「津波研究に関連する最新の話題(その1)」、2015 年 1 月 22 日、弘済会館

28. 中川太介, 嶋原良典, 林建二郎: 橋桁に作用する水平・鉛直波力の計算精度に関する検討

第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会、2015 年 3 月 5 日~2015 年 3 月 6 日、東海大学

29. 日高智耶, 嶋原良典, ホソソ, 林建二郎: 津波による養殖筏の漂流に関する数値実験、第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会、2015 年 3 月 5 日~2015 年 3 月 6 日、東海大学

30. ホソソ, 嶋原良典, 多田毅, 林建二郎: 津波によって漂流する複数の船舶に関する水理実験と数値計算、第 42 回土木学会関東支部技術研究発表会、2015 年 3 月 5 日~2015 年 3 月 6 日、東海大学

〔図書〕(計 1 件)

1. 丸山久一: 土木学会、コンクリートライブラリー第 140 号津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会報

告書シンポジウム論文集、2013 年、294 頁

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

ホームページ等

津波による橋梁構造物に及ぼす波力の評価に関する調査研究委員会

<http://rcstruc.nagaokaut.ac.jp/tsunami/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸山久一 (MARUYAMA Kyuichi)

長岡技術科学大学・名誉教授

研究者番号: 30126479

(2) 研究分担者

有川太郎 (ARIKAWA Taro)

中央大学・工学部・教授

研究者番号: 00344317

(3) 研究分担者

水谷法美 (MIZUTANI Norimi)

名古屋大学・工学研究科・教授

研究者番号: 10209760

(4) 研究分担者

林和彦 (HAYASHI Kazuhiko)

香川高等専門学校・建設環境工学科・准教授

研究者番号: 20334633

(5) 研究分担者

田中泰司 (TANAKA Yasushi)

東京大学・生産技術研究所・特任准教授

研究者番号: 40377221

(6) 研究分担者

渡辺健 (WATANABE Ken)

鉄道総合技術研究所・構造物技術研究部・副主任研究員

研究者番号: 40450746

(7) 研究分担者

藤間功司 (FUJIMA Koji)

故人 (元防衛大学校・システム工学群建設環境工学科・教授)

研究者番号: 00546187

(8) 研究分担者

細田暁 (HOSODA Akira)

横浜国立大学大学院・都市イノベーション研究院・准教授

研究者番号: 50374153

(9) 研究分担者

千々和伸浩 (CHIJIWA Nobuhiro)

東京工業大学・理工学研究科・助教

研究者番号: 80546242

(10) 研究分担者

嶋原良典 (SHIGIHARA Yoshinori)

防衛大学校・システム工学群建設環境工学科・助教

研究者番号: 90532804