

令和 4 年 6 月 15 日現在

機関番号：92503

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04589

研究課題名(和文) 南海・東南海地震による橋梁の津波被害想定

研究課題名(英文) Estimation of tsunami damage of bridges due to Nankai-Tounankai earthquake

研究代表者

幸左 賢二 (kosa, kenji)

飛鳥建設株式会社技術研究所・ - ・特別研究員

研究者番号：00315160

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：1)津波の桁への作用力評価：提案した段波性状の津波作用力評価式の適用性を明らかにすることを目的として、他機関の実験結果との比較を行った。その結果概ね実験結果を提案式が包含していることが明らかになった。
2)南海・東南海地震に対する分析：和歌山県沿岸の道路橋を対象に確率的アプローチで上部工の流出リスクを評価することを目的とする。ランダムフェーズ津波モデルを用いた津波伝搬計算を行い、CoRal法を用いて津波ハザードにおける不確定性を考慮した道路橋上部工の流出リスクの確率評価を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

我が国では100～200年周期で南海・東南海地震が発生しており大きな被害が予測される。そこで発生した東日本大震災、熊本地震、セラウエシの被害分析により、近い将来発生する大地震の被害状況も想定できることから本研究は極めて意義深い研究と考えられる。

研究成果の概要(英文)：1)Evaluation for the horizontal or vertical force acting on the bridge girder: The tsunami experiment was conducted by using the parameters as wave height, girder position from the static water level. It was confirmed that the evaluation formula for horizontal force F_x (vertical force F_z) can be proposed as the factors of wave height aH , girder position and side area of girder (bottom area of girder). The proposed equation was compared with other same type of bore wave experimental tests.
2)Evaluation of bridge damage due to Nankai Trough Earthquake: The coRal method, which is a probabilistic tsunami hazard assessment method is applied to the bridge girder where the tsunami risk due to the Nankai through earthquake is assumed. The results showed, during operation period, the Shiohama bridge was small possibility to wash away due to earthquake.

研究分野：構造工学および地震工学関連

キーワード：耐震 津波 橋梁 津波波力 被害調査 耐津波設計 耐震設計

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

研究代表者は過去 10 年間橋梁の耐津波設計法の確立に取組みその損傷メカニズムを明らかにしつつある。しかしながら極めて重要な 1)作用する津波タイプの検討,2)耐津波設計法の確立,3)南海・東南海地震の被害度の検討などの項目が未解明である。一方 2016 年には熊本地震や 2018 年にはセラウエシ地震が発生し、大規模な橋梁被害が発生していることが明らかとなった。そのための橋梁損傷メカニズムの検討も追加する。

2. 研究の目的

1) 津波の桁への作用力評価

提案した段波性状の津波作用力評価式の適用性を明らかにすることを目的として、他機関の実験結果(つくば大学など)の比較を行った。

2)南海・東南海地震に対する分析

和歌山県沿岸の道路橋を対象に確率的アプローチで上部工の流出リスクを評価することを目的とする。

3) ロッキング橋脚の被害分析

まず熊本地震におけるロッキング橋脚の代表的損傷例として府領第一橋梁の損傷状況を明らかにする。ついで破壊状況から損傷メカニズムを推定する。最後に動的解析により被害メカニズムを解析的に再現する。これらにより一連の研究によりロッキング橋脚の損傷メカニズムを明らかにする。

4) セラウエシ地震による橋梁被害分析

入手した設計図を用いた動的解析を基に推定した地元の象徴的な存在である鋼アーチ橋の落橋原因を明らかにする。

3. 研究の方法

1)津波の桁への作用力評価

九州工大における 4 種類の実験パラメータについて作用力の計測を実施し、これらを包含する作用力評価式と他機関の実験により得られた作用力を比較した。

2) 南海・東南海地震に対する分析

橋梁上部工に対する津波作用力算定式から橋梁の耐力と津波作用力が釣り合う津波高を算定する。その後津波伝搬計算の結果から coRaL 法を用いて橋梁地点における津波ハザード曲線を作成し限界津波高をもたらす津波の再現期間を算定する。

3) ロッキング橋脚の被害分析

橋軸直角方向の橋台部支承および変位制限構造の耐力に着目した再現解析を行った。地震波形は対象橋梁の近傍である九州自動車道の御船 IC で計測された本震波形を用いた。

4) セラウエシ地震による橋梁被害分析

パル橋に作用した地震動は橋軸方向、橋軸直角方向ともに同程度の加速度応答スペクトルを示しており、実際には支承部には橋軸方向、橋軸直角方向の水平力がほぼ同時に作用したと考えられる。ここでは 2 方向の水平力を考慮した場合の橋座部の照査を行った。

4. 研究成果

1) 津波の桁への作用力評価

提案された作用力評価式と他機関の実験により得られた作用力を比較した。その結果概ね

実験結果を提案式が包含している．よって提案式を用いることにより概ね段波性状の津波の作用力を安全側に評価することが可能である．

2) 南海・東南海地震に対する分析

従来の評価法では対象 18 橋梁は作用力と抵抗力の比が 1 を超えており，どの橋梁も流出する危険性があるとの判定であった．本研究ではそれを再現期間という指標で順位付けしてのリスク評価ができた．例えば汐浜橋においては再現期間が 200 年を超えており供用期間内に流出するリスクが低いことが示された．

3) ロッキング橋脚の被害分析

動的解析によると府領第一橋梁は支承および変位制限構造の進展に伴い上部構造が変形し，ロッキング橋脚支承の限界回転角を超えて支承が鉛直支持機能を失い落橋に至ったと推察できる．また動的解析によると A1 橋台側の支承および変位制限構造の損傷は，斜角の影響による回転ではなく，地震力により橋軸直角方向へ移動したと考えられる．

4) セラウエシ地震による橋梁被害分析

二方向載荷では抵抗面積が小さいことからいくつかの時刻で作用力が橋座耐力を大きく超えることが明らかになった．このように橋軸および橋軸直角方向の縁端が小さくかつ橋軸および橋軸直角方向の作用力がほぼ等しく 45° 載荷となったことにより，急激な押し抜きせん断破壊した可能性が指摘できる．

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 9件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 幸左賢二, 後藤僚一, 金山亨, 高橋良和	4. 巻 39
2. 論文標題 ロッキング橋脚上の桁と変位制限構造遊間の影響検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地震工学論文集	6. 最初と最後の頁 47,56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 幸左賢二, 佐々木達生, 田中将登, 佐藤崇	4. 巻 39
2. 論文標題 津波の桁への鉛直作用力評価式の適用性検討	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 地震工学論文集	6. 最初と最後の頁 57,65
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 幸左賢二, 服部匡洋, 横山広, 大八木亮	4. 巻 42
2. 論文標題 横変位拘束構造の押抜きせん断耐力に対する帯鉄筋効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 コンクリート年次論文集	6. 最初と最後の頁 643,648
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Kenji Kosa, Hendra Seitawan, Masakatsu Miyajima, Yusuke Ono and Masaho Yoshida	4. 巻 1
2. 論文標題 Damage to Teluk Palu Bridge in the 2018 Sulawesi Earthquake	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DISASTER RESILIENCE	6. 最初と最後の頁 1,10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 幸左賢二, 服部匡洋, 横山広, 大八木亮	4. 巻 66
2. 論文標題 横変位拘束構造の押抜きせん断耐力	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 構造工学論文集	6. 最初と最後の頁 639, 649
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 鍋島信幸, Hendra Setiawan, 宮島昌克, 小野祐輔	4. 巻 23
2. 論文標題 インドネシア・スラウエシ地震による橋梁被害分析	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第23回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム	6. 最初と最後の頁 127, 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 横変位拘束構造の押抜きせん断耐力の鉄筋効果	4. 巻 23
2. 論文標題 横変位拘束構造の押抜きせん断耐力の鉄筋効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第23回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム	6. 最初と最後の頁 61, 68
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 後藤僚一, 金山亨, 高橋良和	4. 巻 23
2. 論文標題 付領第一橋梁の横方向変位拘束構造の補強効果	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第23回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム	6. 最初と最後の頁 265, 272
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 廣岡明彦, 竹田周平, 宮島昌克	4. 巻 38
2. 論文標題 花蓮地震で被災した橋梁調査	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地震工学論文集	6. 最初と最後の頁 93,100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 佐々木達生, 田中将登, 佐藤崇	4. 巻 38
2. 論文標題 津波の桁への水平作用力評価式の適用性検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地震工学論文集	6. 最初と最後の頁 51,59
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 山之内俊樹, 佐藤崇	4. 巻 40
2. 論文標題 高靱性セメント複合材料を用いたRC橋脚変形性能評価手法の提案	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 コンクリート工学年次論文集	6. 最初と最後の頁 1147,1152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 佐々木達也	4. 巻 28
2. 論文標題 イタリア・モランデー橋の損傷について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 プレストレスコンクリート工学会第28回シンポジウム論文集	6. 最初と最後の頁 537,540
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kenji Kosa, Hendra Setiawan, Masakatsu Miyajima, Yusuke Ono, and Masaho Yoshida	4. 巻 1
2. 論文標題 Damage to Teluk Palu Bridge in the 2018 Sulawesi Earthquake, Indonesia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 INTERNATIONAL CONFERENCE ON URBAN DISASTAER RESILIENCE, Palu, Indonesia,	6. 最初と最後の頁 1,10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 K. Kosa, R. Gotou, T. Kanayama and Y. Takahashi	4. 巻 1
2. 論文標題 FAILURE MECHANISM OF THE FURYO DAIICHI BRIDGE IN THE 2016 KUMAMOTO EARTHQUAKE	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 The Third International Bridge Seismic Workshop, 3rd IBSW Seattle, Washington, USA	6. 最初と最後の頁 1,9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, Hendra Setiawan, 宮島昌克, 小野祐輔, 吉田雅穂	4. 巻 22
2. 論文標題 インドネシア・スラウエシ地震による橋梁被害	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第22回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 1,4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 幸左賢二, 服部匡洋, 篠原聖二, 佐々木達生	4. 巻 22
2. 論文標題 既設フーチングの耐震性能評価	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第22回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 131,136
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 服部匡洋, 横山広, 大八木亮, 篠原聖二	4. 巻 22
2. 論文標題 横変位拘束構造の押抜きせん断耐力(鉄筋分担分)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第22回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 489, 497
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 服部匡洋, 横山広, 大八木亮, 篠原聖二	4. 巻 22
2. 論文標題 横変位拘束構造の押抜きせん断耐力 (コンクリート分担分)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第22回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 481, 488
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 幸左賢二, 後藤僚一, 金山亨, 高橋良和	4. 巻 22
2. 論文標題 ロッキング橋脚上の桁と変位制限構造遊間の影響検討	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第22回性能に基づく橋梁等の耐震設計に関するシンポジウム講演論文集	6. 最初と最後の頁 51, 58
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
インドネシア	Tadulako university			