

橋梁の対津波設計に関する 研究小委員会

<http://committees.jsce.or.jp/eec209/>

2017.5.23 土木学会地震工学委員会H29第1回研究会

橋梁の対津波設計に関する研究小委員会

● 小委員会の目的

橋梁に対する津波作用については、各機関で実験や数値解析がさかんに実施されているものの、いまだ対津波設計手法は確立されていません。本研究小委員会は、橋梁の対津波設計に関する諸課題を整理し、津波に対する橋梁設計の考え方について広く情報を発信することを目的として設立されました。

● 活動期間

2015年6月～2017年5月(2年間)

委員

- 委員長:伊津野 和行(立命館大)
- 副委員長:幸左 賢二(九州工業大)
- 幹事長:竹田 周平(福井工業大)
- 幹事:中尾 尚史(土木研究所), 川崎 佑磨(立命館大)
- 委員:秋山 充良(早稲田大), 浅井 光輝(九州大), 荒川 健二(JIPテクノサイエンス), 五十嵐 晃(京都大), 小川 宗正(建設技術研究所), 具志 一也(大日本コンサルタント), 佐々木 達生(大日本コンサルタント), 佐藤 崇(長大), 嶋原 良典(防衛大学校), 庄司 学(筑波大), 田崎 賢治(大日本コンサルタント), 田中 聖三(筑波大), 中村 友昭(名古屋大), 野阪 克義(立命館大), 丸山 喜久(千葉大), 山内 邦博(IHI), 米山 望(京都大)

3

主な活動

- 対津波設計のベンチマークテストに関するシンポジウム
- 土木学会英文論文集への委員会報告投稿
- 最終報告会およびシンポジウム

4

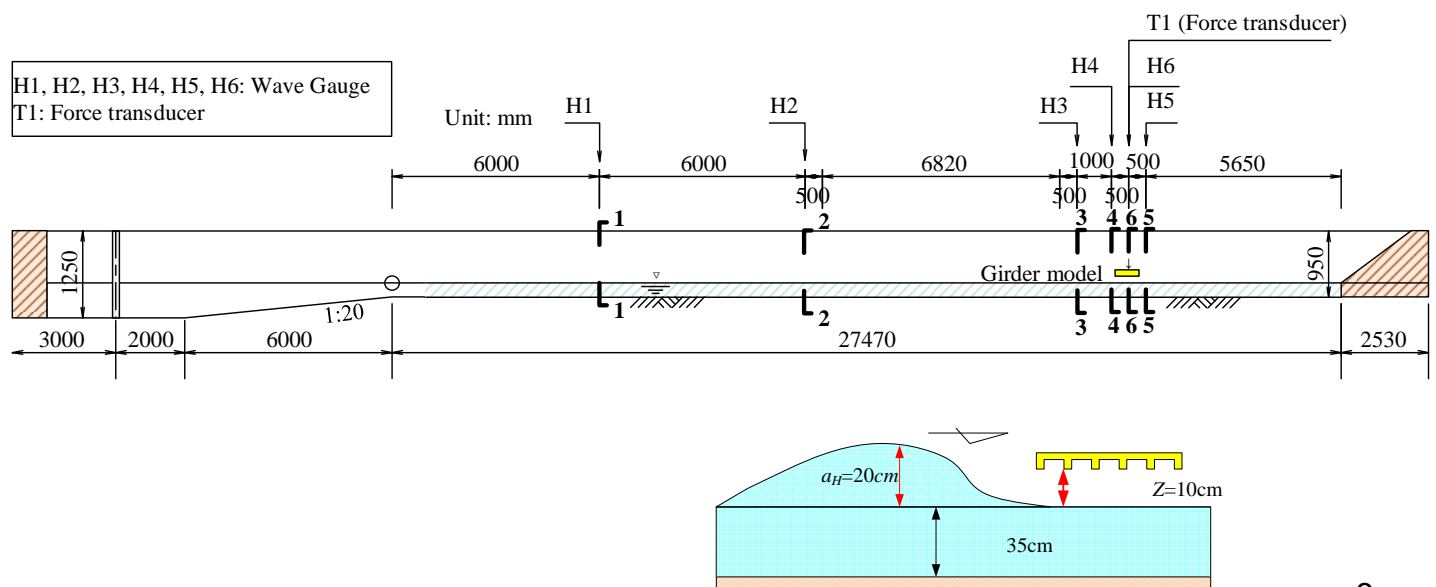
対津波設計のベンチマークテストに関するシンポジウム

- 2016年8月4日 土木学会講堂にて
- 津波の橋への作用力をいかに推定するか、ベンチマークテストを実施して議論。
- 課題は2つ
 - 課題1: 実験結果が公表済み
 - 課題2: 実験結果が未公開
- データを小委員会ホームページで公開

5

課題1: 孤立波による橋桁への作用力

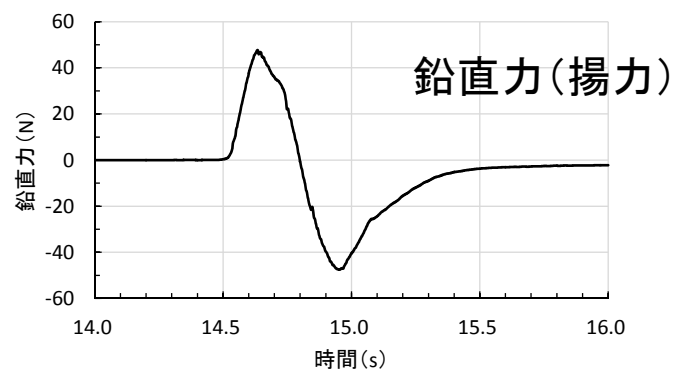
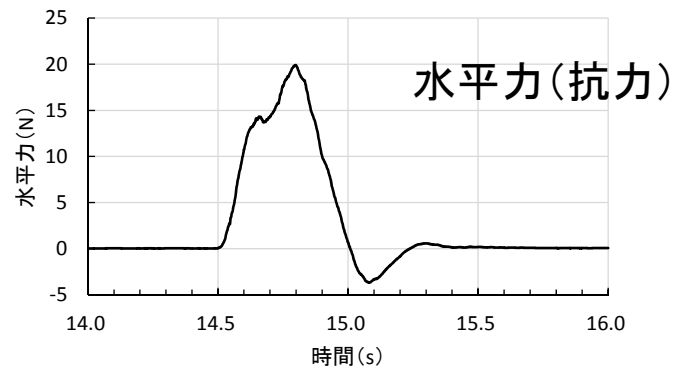
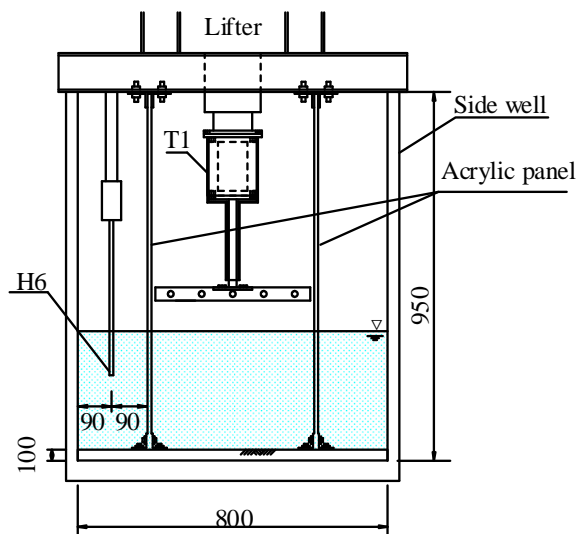
- 九州工業大学で実施された実験の、実験開始後14秒～16秒の2秒間の橋桁への作用力(あるいはその最大値)を求めよ。



6

課題1: 桁への作用力

● 桁模型をロードセルでつり下げて作用力を計測



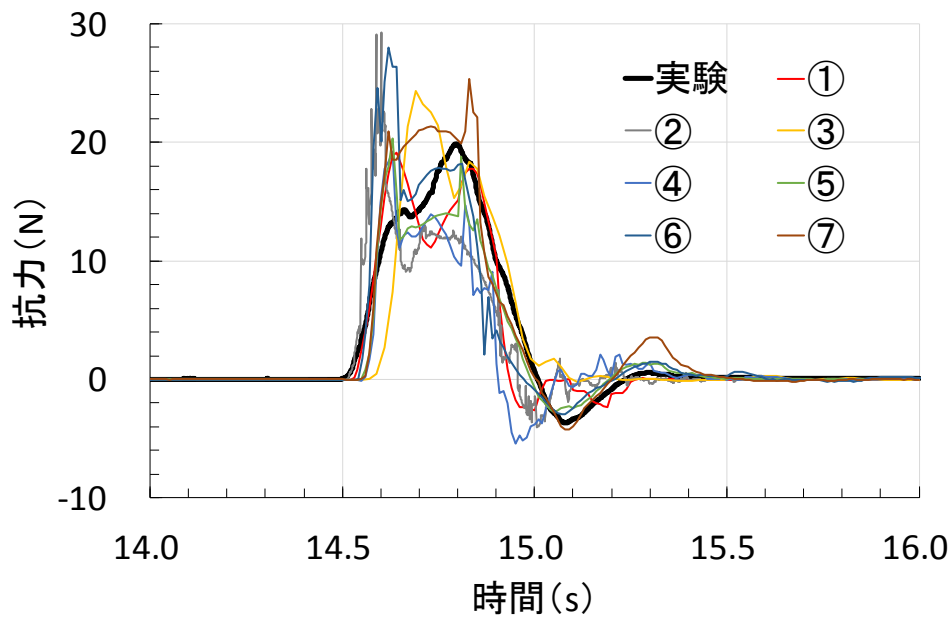
7

課題1: 参加者7名

- ① CADMAS-SURF/3D 2次元
- ② CADMAS-SURF/3D
- ③ SPH DualSPHysics 2次元
- ④ OpenFOAM 2次元
- ⑤ OpenFOAM
- ⑥ FEFLO
- ⑦ OpenFOAM 2次元

8

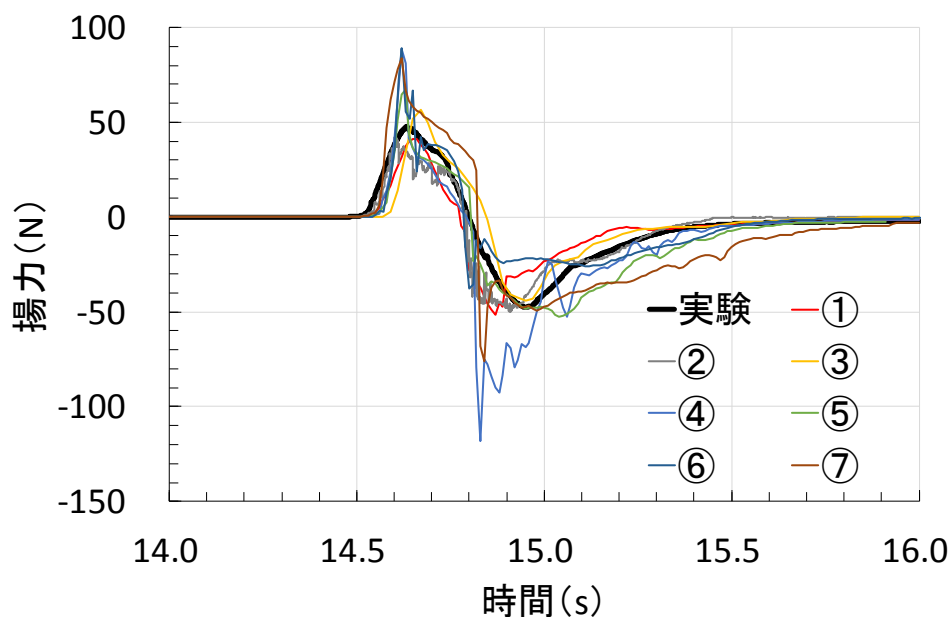
課題1: 水平力(抗力)の比較



- どの手法を用いても, 50%以内の精度はある.
- すべての数値解析で, 14.6秒付近で一つ目の大きな山があるが, 実験ではあまり大きくない

9

課題1: 鉛直力(揚力)の比較



- 上向きの力は87~186%だが, 下向きが79~249%と実験値との差が大きい.
- 下向きの力は, 桁端部で剥離した波がどのように桁に再付着するかで違いが大きい.

10

課題1のまとめ

- 細かい計算では高周波数の応答結果になりやすい
 - 設計では移動平均などの利用が必要か
 - 設計では、どこまで詳細な計算をすればよいのか
- 桁周辺の流況の差で揚力には差が生じる
 - 桁端部における波の剥離を精度良く捉える工夫
- 抗力は、どの手法も設計に利用可能な精度を持つ
 - 波が到達した時の力を過大評価しやすい
- 揚力は、抗力よりも推定精度は低い
 - 主桁形状や桁端部の隙間など、細部のモデル化も影響

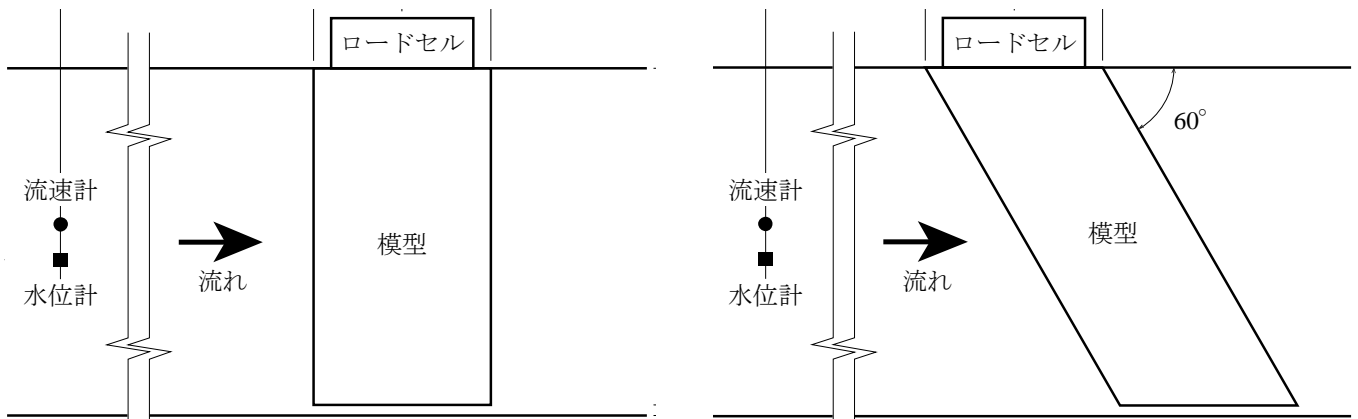
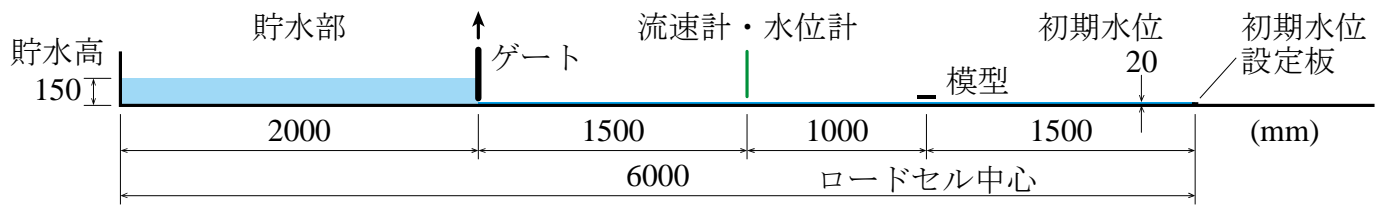
11

課題2: 斜橋に対する津波作用力

- 立命館大学で実施された実験の、実験開始後2秒～4秒の2秒間の橋桁への作用力を求めよ.
- 橋軸方向の軸力と、橋軸直角方向の水平力、そして鉛直方向の揚力.
- 同一条件で実施された直橋模型を用いた実験に関して、水位、流速および作用力の計測データを公開.
- 斜橋模型を用いた実験の水位と流速のデータのみを公開し、桁模型への作用力を推定.

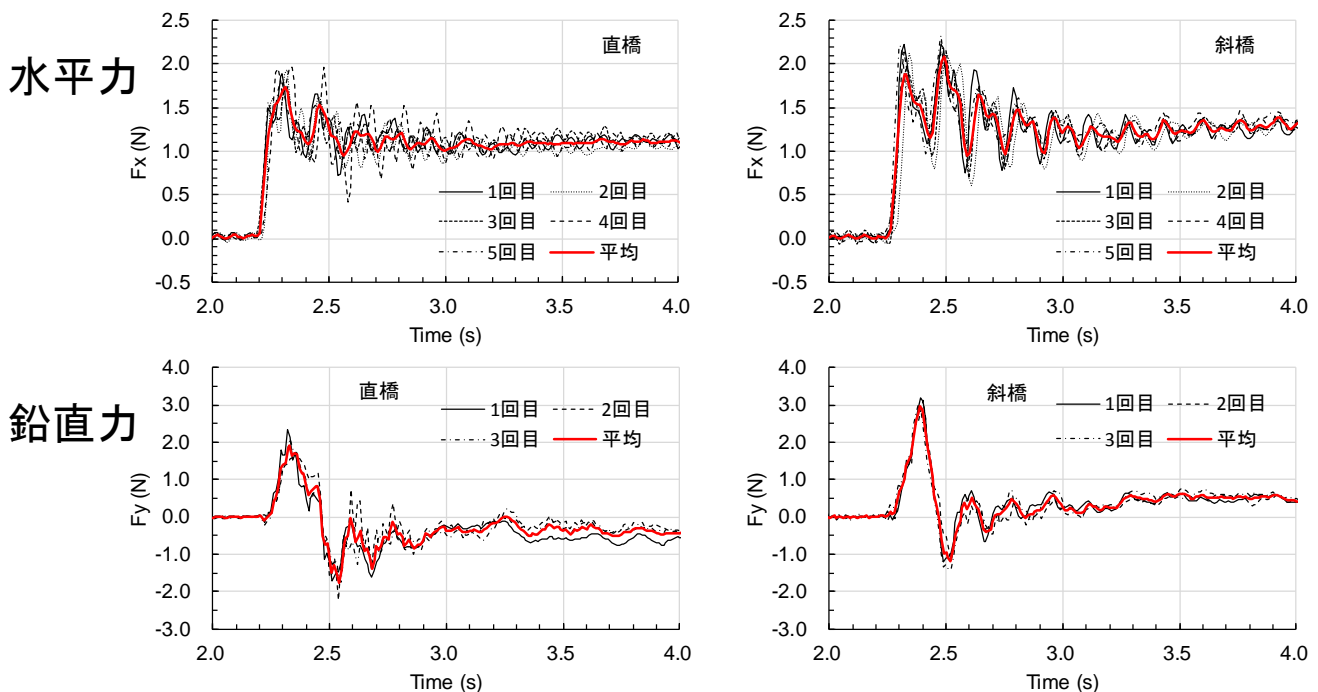
12

課題2: 実験概要



課題2の問題点

- 模型を片持ち梁形式で支持したため振動
- 公開データに誤りがあった

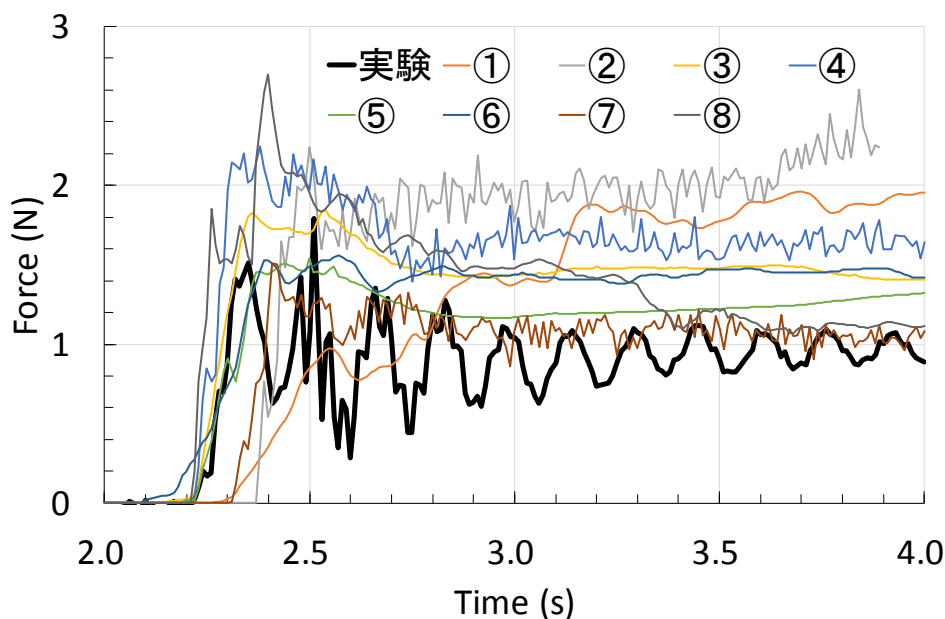


課題2: 参加者8名

- ① 有限要素法 独自コード
- ② SPH DualSPHysics
- ③ OpenFOAM/interDyMFoam
- ④ SPH DYBECS
- ⑤ OpenFOAM/interFoam
- ⑥ 有限要素法 独自コード
- ⑦ SPH 独自コード
- ⑧ 有限要素法 FEFLO

15

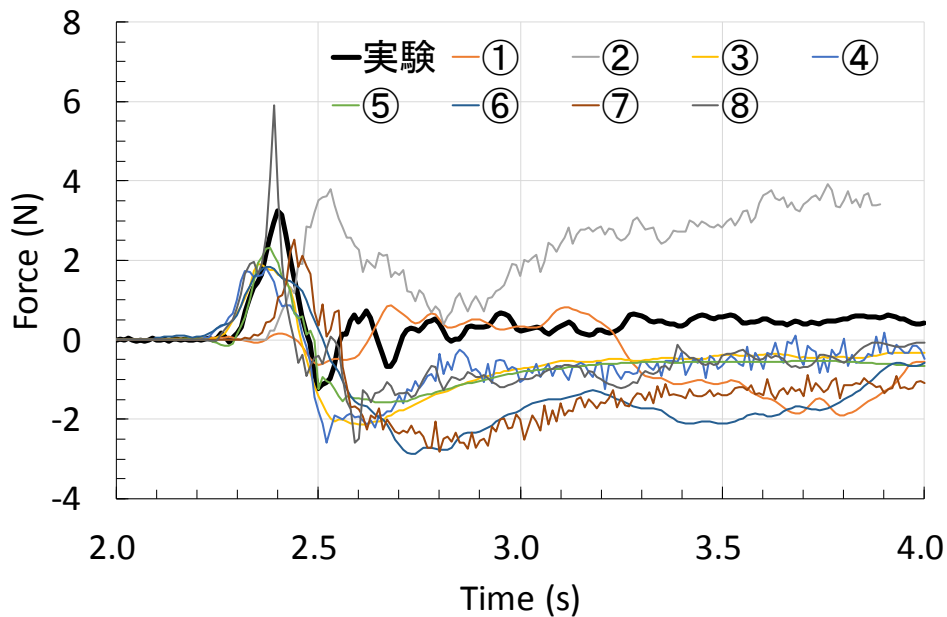
課題2: 橋軸直角方向の水平力



- 提示した直橋のデータが実際より大きかった影響もあり, 実験値より大きいものが多い.
- 80~150%

16

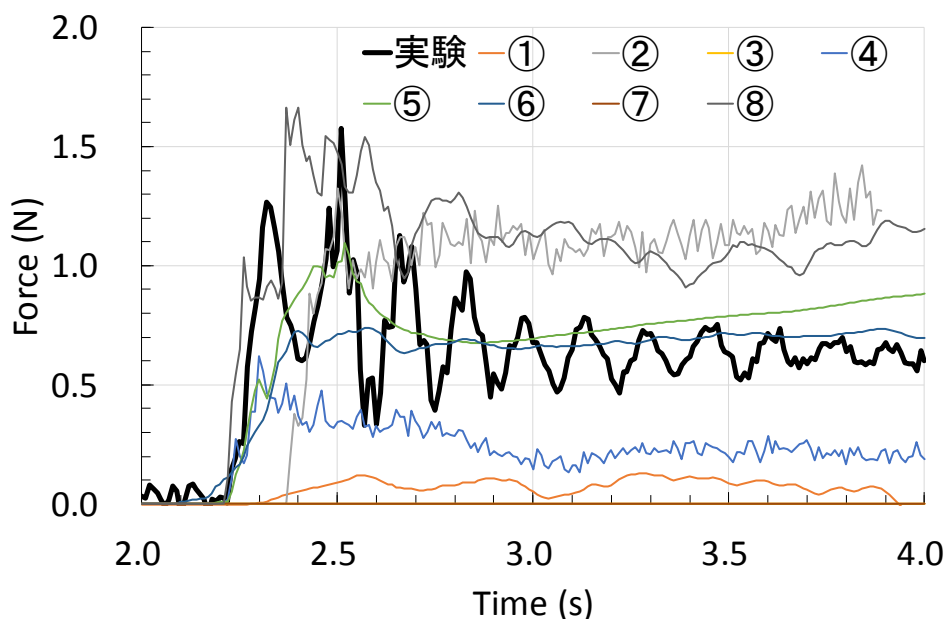
課題2:鉛直力



- 揚力の算出結果のばらつきは大きい
- 倍～半分の精度

17

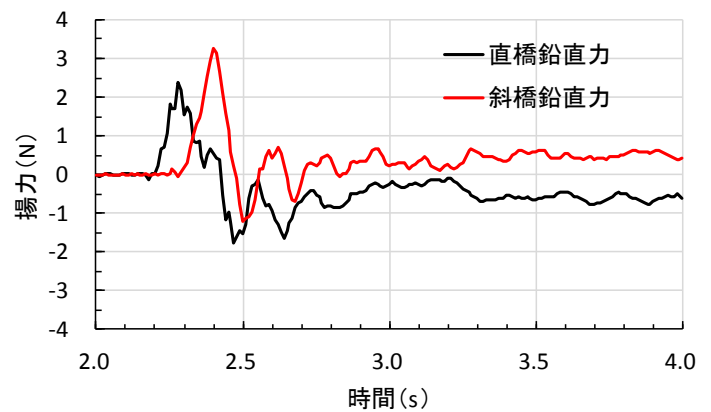
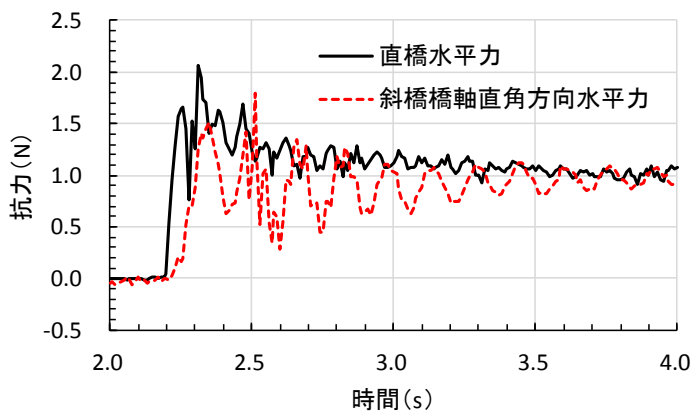
課題2:橋軸方向の水平力



- 手法の違いというより, 考え方による差が大きい
 - 流体のせん断力しかないと捉えて0とする
 - 流下方向の分力と考えてベクトル合成する

18

課題2: 直橋と斜橋



- 今回の実験では、直橋と斜橋とで、作用力にそれほど大きな差はなかった。
- 計算結果がばらつくのは、実験条件が原因か、三次元計算にともなう諸条件が原因か。

19

課題2のまとめ

- 斜橋に作用する流体力の方向をどう考えるか
 - 橋軸直角方向と橋軸方向
 - 流下方向と流れに直交する方向
 - 橋脚や支承の設計方向との兼ね合い
- 動的相互作用を考慮すべきか
 - 剛体と弾性体
 - 特にゴム支承の場合
- 3次元性の難しさ
 - 必ず3次元解析になり、計算資源も時間も多く必要
 - どこまでモデル化するか

20

シンポジウムのまとめ

- 参加者：約50名
 - 学会員以外が10名
- 期間の設定：3月に課題を公開，7月に原稿提出
 - 8月のシンポジウム後，9月にPDF版論文集を公開
 - 7月の原稿では手法のみのものも可
 - 間に合わなかった原稿も掲載
 - シンポジウムで議論後に再修正したものも掲載
- 課題にチャレンジしてくれる人をどう集めるか
 - 各委員から個別依頼

21

土木学会英文論文集への委員会報告投稿

- シンポジウムの報告を行った
 - 現在，査読中
- BENCHMARK PROBLEMS FOR ANTI-TSUNAMI DESIGN OF BRIDGES
 - Subcommittee on Anti-Tsunami Design Methods for Bridges, Earthquake Engineering Committee, JSCE

22

最終報告書「橋梁の対津波設計に関する現状と課題」

1. はじめに

- 委員会設立の経緯等.

2. 橋梁の対津波設計に関する現状

- 歴史的な経緯等.

3. 設計に利用可能な解析手法の紹介

- 設計に利用可能なものを示す.

4. 橋梁の対津波設計事例

- 南海トラフ地震津波に対する検討事例を示す.

5. 今後の課題

- 各委員が課題と考えていることをまとめる.

6. まとめ

23

最終報告会およびシンポジウム

● 8月10日(木)に土木学会講堂で実施予定

● あわせて橋梁の対津波設計に関するシンポジウムも実施

- 午前:シンポジウム

- 午後:委員会報告

● 小委員会ホームページで会告中

- 橋梁の対津波設計に関するシンポジウムの開催と講演論文募集

- <http://committees.jsce.or.jp/eec209/node/14>

24