上部構造の断面特性が津波によって橋に生じる 作用に及ぼす影響

中尾 尚史1・張 広鋒2・炭村 透3・星隈 順一4

 ¹正会員 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 専門研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)
 E-mail:nakao55@pwri.go.jp
 ²正会員 合肥工業大学教授 土木与水利工程学院(〒230009安徽省合肥市屯渓路193号) (前 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 研究員)
 E-mail: zhgf@hfut.edu.cn
 ³正会員 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 交流研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)
 E-mail:sumimura44@pwri.go.jp
 ³正会員 独立行政法人土木研究所 構造物メンテナンス研究センター 上席研究員 (〒305-8516 つくば市南原1-6)
 E-mail:hosikuma@pwri.go.jp

本研究は、橋が津波の影響を受ける時に橋桁に作用する圧力と橋桁支点部に作用する力を水路実験により計測し、その圧力と支点反力の関係について検討した.水路実験では長方形断面模型、2主桁断面模型、 4主桁断面模型を作製して実験を行った.その結果、長方形断面の場合、両支点に下向きの支点反力が作 用するが、2主桁、4主桁断面では津波が作用する側の支点で上向きの反力、反対側の支点で下向きの支点 が作用し、津波が作用する側が持ち上がるような方向の回転力が作用することが分かった.さらに差分法 を用いた数値解析を行い、水路実験の再現計算を試みた.解析では長方形断面模型、2主桁断面模型をモ デル化して解析を行った.その結果、津波が作用する側の床版側面や床版張出部、主桁に作用する圧力は 実験結果を再現できることが分かった.

Key Words : tsunami, bridge, superstructure, hydrodynamic pressure, reaction

1. はじめに

平成23年(2011)東北地方太平洋沖地震で発生した津 波は東北地方の沿岸部に甚大被害を与え、橋梁構造物も 多くの被害を受けた¹⁾.橋桁が流出したことで、その復 旧が速やかに行うことが難しいなどの影響も発生してい る.橋梁構造物の津波対策に関する規定に関しては2012 年の道路橋示方書³で、桁下空間を確保することや、構 造的工夫を施すことについて新たに記載されたが、橋梁 構造物に対する具体的な設計方法などは、まだ確立して いないのが現状である.

津波によって橋梁に作用する流体力や圧力などについ ては、これまでに多くの実験的な研究が行われている^{3→} ⁹. これらの研究において実施されている実験の多くは 橋桁に作用する流体力について計測および検討されてい るが、橋桁の構造を直接に模した上で、その橋桁を支持 する支点に作用する力については具体的に着目されてい ない. 津波が作用した場合,支点反力は全支点に均等に 作用せず,一部の支点に支点反力が集中し,支承耐力を 上回ることで支承が破壊する.そして,一部の支承が破 壊することで連鎖的に支承が破壊し,最終的に橋桁が流 出すると考えられる.このような流出のメカニズムを解 明するためには,津波によって生じる支点部に作用する 力と支承耐力について明らかにしていく必要がある.ま た支点部に作用する力は床版張出部の有無および張出部 の長さ,支点数などの上部構造の断面特性に影響するこ とが考えられ,これらが津波により橋に生じる作用に及 ぼす影響について検討する必要がある.

一方,このような現象を解析的に検討する手法として は粒子法や個別要素法などの手法があり,これらを用い た研究も行われている¹⁰⁻¹⁸.このような数値解析は地理 的条件などを細かく変更して検討を行うことができ,さ



らに細部の圧力など実験では計測が困難な箇所も解析に より算出することが可能である.そして得られた結果を 基にして,津波作用力の発生メカニズムを検討すること も可能になる.しかし,その適用にあたっては,このよ うな解析手法による計算結果が橋梁のような構造物を対 象とした実験結果を適切に評価することが確認されてい ることが大前提となる.

そこで本研究では津波により橋桁流出のメカニズムの 解明および津波により支承部に作用する力を検討するた めの資料を得ることを目的として、津波作用時の橋桁支 点部に作用する力や橋桁に作用する圧力を実験及び数値 解析により検討した.実験は、床版張出部や桁数の異な る1/20縮小の橋桁模型に対する大型水路実験を行った. さらに、本実験条件に対して差分法を用いた解析を行い、 水路実験の結果との比較を行った.

2. 水路実験の概要

(1) 実験装置および模型設置方法

実験装置は図-1および写真-1に示すような長さ30m, 幅1mの水路を用いて実験を行った.津波が橋桁に作用 する場合,主に段波状の津波が床版張出し部に作用する ことで上向きの力と橋軸周りの回転力が発生する場合と, 津波の到達に伴って徐々に上昇した水位が主桁下面の高



写真-1 実験装置



さを超えた時に橋桁全体に上向きの力が生じる場合が考 えられるが¹⁹,本研究では、段波状の津波が橋桁に作用 する場合を想定した.ここで、段波状の津波を造波させ るため、貯水槽に一定量の水をため、水槽と水路の間に 設けたゲートを倒すことで、段波状の津波を発生させる 仕組みになっている.橋桁模型はゲートから7.5m離れた 位置に設置した.また橋桁模型から1mおよび2mゲート 側の位置に波高計、橋桁模型から1mゲート側の位置に 流速計を設置して、津波高および流速を計測した.

橋桁模型は橋脚と連結材で連結し、その連結材に自作



(e) 模型5 図-4 圧力計測位置

の簡易分力計を設置することで支点反力(水平 F_H およ び鉛直 F_V)を計測した($\square - 2$). なお、分力計は実験前 に検定を行い、適切な精度が得られていることを確認し ている.

本論文では津波が作用する側の支点から支点1とする. また橋桁に作用する圧力は直径5mmの圧力計により計測 した.

(2) 橋梁模型

本実験では床版張出部の影響および主桁数の影響について検討するため、図-3に示す長方形断面、2主桁断面 模型、4主桁断面模型(縮尺1/20)を作製した.また図-4 に示す位置の圧力を計測して、支点反力のとの関係について検討した.

(3) 計測方法および実験条件

実験のサンプリング間隔は0.002秒で行い,実験によ り得られたデータは模型の固有振動数以上の成分をカッ トするため,10Hz以上の成分をカットするローパスフ ィルタをかけた.同時にハイスピードカメラを用いて, 橋桁周辺の流況を撮影した.

本実験では目標とする津波高を0.15m, 0.2m(模型1 は0.15mのみ)に設定して実験を行った.

3. 実験結果

(1) 支点反力

図-5は津波により橋桁支点部に作用する力を示したものである.横軸は時間,縦軸は水平および鉛直方向の支 点反力である.なお,鉛直方向の支点反力は上向きの力が正である.本論文では模型値で示している.同時に津 波高の時刻歴も示した.ここでは一例として長方形断面 は津波高が0.15m,2主桁断面,4主桁断面は津波高が 0.2mの結果を示した.

a) 水平方向の支点反力

長方形断面(模型1)の場合,図-5(a)に示すように,水平方向の支点反力は津波作用直後に急激に増加してピーク値を取る.ピーク値を過ぎると,支点1は徐々に支点反力は低下している.

2 主桁断面(模型2,模型3)の場合,図-5(b)(c)に示 すように、ピーク時の水平反力は60Nから80N程度であ り、支点1,支点2はほぼ同じ大きさになっている.ピー ク値を過ぎると、水平反力は低下し、ほぼ一定の値にな っている.

4 主桁断面(模型4,模型5)の場合,図-5(d)(e)に示 すように、ピーク時の水平反力は支点3が最も大きく 100N程度,次に支点1が大きく80N程度になる.ピーク 値を過ぎると、2 主桁断面と同様に水平反力は低下し、 一定の値になっている.

b) 鉛直方向の支点反力

長方形断面のような張出し部がない構造の場合,支点 1,支点2共に下向きの支点反力が作用している.両支点 とも下向きの支点反力が作用することから,津波が作用 すると橋桁全体に下向きの力が作用していると考えられ る.床版張出部がないため,その部分に津波が作用せず, 上向きの力が発生しなかったことも要因の1つと考えら れる.

2 主桁断面や4 主桁断面のように耳桁から張出し床版 がある構造の場合,その床版張出部に津波の作用に伴う 圧力が生じることで,津波作用側の耳桁に上向きの力が 発生している.この力により,津波が作用する側の支点 (支点1)が上向きの支点反力,逆に津波が作用しない 側の支点(2 主桁断面では支点2,4 主桁断面では支点3 および支点4)は下向きの支点反力が作用している.そ のため,津波が作用すると,津波が作用する側の支点が 持ち上がるような方向の回転力が作用していると考えら れる.





また張出し床版の張出し長が長い模型3や模型5の方が ピーク時における鉛直方向の支点反力の絶対値が大きく なり、模型2に比べて約2倍大きくなっている.

(2) 圧力

図-6は津波により橋桁断面に作用する圧力の計測結果 である.横軸は時間,縦軸は圧力である.なお,模型 1の実験時にp5の圧力計に不具合が生じ計測できなかっ たため、ここでは示していない.

長方形断面(模型1)の場合,図-6(a)に示すように, 下面に作用する圧力(p₂, p₃)よりも上面に作用する圧力 (p₄)の方が大きい.そのために支点1,支点2共に下向き の支点反力が作用したと考えられる(図-5(a)).

2 主桁断面(模型2,模型3)の場合,図-6(b)(c)に示 すように津波作用直後,津波が作用する側の耳桁および 床版張出部に作用する圧力(p₂, p₃)が大きくなる.この 圧力のピーク時は図-5(b)(c)で示した水平方向および鉛 直方向の支点反力のピーク時と一致している.また、ピ ーク時における耳桁および床版張出部以外に作用する圧 力(p₁, p₄からp₈)は、津波作用側の耳桁および床版張出部 に作用する圧力(p₂, p₃)に比べて十分に小さい.このこ とから、津波作用直後における支点反力のピーク値は、 津波作用側の耳桁および床版張出部に作用する圧力の影 響が大きいことが分かる.さらに、津波作用側の耳桁に 作用する圧力と床版張出部に作用する圧力は若干の誤差 はあるが、ほぼ同じ波形を描いている.4主桁断面(模 型4、模型5)の場合も2主桁断面と同様のことがいえる.

また,津波作用側の床版張出部に作用する圧力(p)が2 主桁断面,4主桁断面ともにほぼ同じ大きさであること から,床版張出し長が長い模型3や模型5の津波作用側の 鉛直反力(F_N)が床版張出し長の短い模型2や模型4の約2 倍の大きさになったのは(図-4(b)-(e)),この床版張 出部に作用する圧力の影響であると考えられる.

4. 水路実験の再現解析の概要

(1) 解析モデル

前章までに示した橋桁模型に対する水路実験の解析に よる再現性を検証するため、本研究では、解析ソフト (CADMAS-SURF/3D)²⁰⁾を用いて検討を行った.本解析ソフトは自由表面の運動をPC上で精度よく追跡できる VOF法に着目し、Navier-Stokes方程式および質量保存則 からなる基礎方程式を差分法により解く数値計算ソフト である.この解析ソフトは、粒子法などに比べ解析速度 が速いという利点があり、メッシュ間隔を調節すること で、比較的短時間に解析結果を得ることができる.この ため、既往の研究でもこのソフトを用いた解析的な研究 が行われている¹⁵⁻¹⁸.

解析モデルを図-7に示す.奥行きを単位長さとする2 次元モデルで解析を実施した.解析領域は、模型前面は 造波した段波状の津波が安定し、造波境界からの反射の 影響がない距離を確保するため、また模型背面は流れの 影響が生じないよう長めに距離を確保するために、模型 の前後5000mmの距離をとり、橋桁模型の幅を合わせて 長さ10250mm、高さは800mmに設定した.橋桁模型以外 の解析領域を10mmメッシュで分割し、橋桁模型は次節 に示すように分割した.

初期水深および河床から模型下面までの高さは実験と 合すために、初期水深を100mm、河床から模型下面まで の高さを200mmに設定した.本研究では15秒間の解析を 行った.

(2) 橋桁モデル

解析で用いる橋桁モデルは図-8に示すように、ここで は模型1および模型2を剛体要素としてモデル化した.解 析結果と実験結果で得られる圧力を比較するために、解 析で得られるセルと実験による圧力の計測位置を合わす ように橋梁モデルを図のように分割した.図の水色のセ ルは橋桁模型、緑色のセルは圧力を計算する位置、赤色 のセルおよびp1~p8は実験で圧力を計算した位置を示し ている.ここでは実験で計測した圧力と解析により得ら れた圧力を比較して、解析の精度について評価した.

(3) 造波方法

造波位置は造波境界から造波した.造波波形は図-9に 示すような段波型の波形とし,波高および流速が一定に なるような造波を行った.波高および流速を制御しつつ 一定の造波を行うために,(1)式に示す式を満たすよう に初期水位,津波高および流速を設定した²⁰.いずれか





2つの要素を設定できれば、残りの1つを決めることが できるので、本研究の場合、初期水深を0.1m、目標津波 高を0.15mおよび0.2mに設定しているので、目標津波高 になるように津波高を設定した上で、(1)式により段波 の流速を算定した.

$$C = \sqrt{\frac{g(h+\zeta)(2h+\zeta)}{2(h+\zeta-\eta\zeta)}}$$
(1)

式中のhは初期水位(m), Qは造波津波高(m), η は抵抗係数 であり, ここでは1.03に設定した²¹⁾, gは重力加速度 $(9.8m/s^2)$ である.

解析では造波津波高および立ち上がり時間について設定して解析を行い,実験値と比較して最適な造波津波高および立ち上がり時間を設定した.造波条件および(1)式により得られた段波の速度は**表-1**に示した通りである.

5. 解析結果と実験結果の比較

(1) 津波高

図-10は解析で得られた橋桁からlmゲート側の位置に おける津波高の結果を実験結果と比較して示したもので ある. 横軸は時間, 縦軸は津波高である. 比較するため



表-1 造波条件

目標 津波高	造波条件			filler of
	造波 津波高ζ	初期 水位 <i>h</i>	立ち上がり 時間 <i>T</i>	段波の 速度C
0.15m	0.14m	0.1m	2.5sec	0.12m/s
0.20m	0.17m	0.1m	2.0sec	0.14m/s



に、津波高の立ち上がり時間を揃えて示した.解析にお ける津波高は、実験で津波高を計測した位置の津波高で ある.なお、解析で得られた波形は0.1秒の移動平均を 行い波形を処理した.

津波通過時である6秒以降は若干の誤差はあるが、 立



図-13 圧力の応答波形 (長方形断面)

ち上がり後である3秒付近の津波高の解析結果は実験結 果とよく一致しており、また目標津波高とも一致してい ることが確認されている.したがって、本解析手法によ り津波高は実験結果をほぼ再現できていると考えられる.

(2) 橋梁周辺の流況

図-11および図-12は橋桁周辺の流況を示したものである.ここでは橋桁に津波が作用した直後と、津波が橋桁を通過しているときの流況を示した.

長方形断面の場合,津波作用直後は図-11(a)に示すよ

うに、模型上面からの水の上昇の様子は実験結果を再現 できている.しかし模型下面は、少し見にくいが実験で は模型下面前面から剥離が生じているのに対し、解析で はこの現象を再現できていない.津波通過時も同様に、 模型下面前面から発生する剥離を解析では再現できてい ない.一方、2主桁断面の場合、実験では津波作用直後 に津波作用側のフランジから剥離が生じており、桁間の 空間に水が流入しているが、解析でもこの現象を再現で きており、また津波通過時の流況も再現できていること がわかる.2主桁断面のように主桁間隔が大きい構造の



図-14 圧力の応答波形(2主桁断面)

場合には、津波作用側の主桁フランジから発生する剥離 流れを再現できると考えられる.しかし、長方形断面の ような桁間に空間のない構造では、津波作用側の模型下 面で発生する剥離流れを精度よく再現できないと考えら れる.

(3) 圧力

図-13および図-14はそれぞれ長方形断面および2主桁 断面に作用する圧力の応答波形を示したものである.こ こで横軸は時間,縦軸は圧力であり,同時に実験結果も 図中に示した.また,津波高と同様に,0.1秒の移動平 均を行い,波形を処理した.圧力の立ち上がり時刻も, 実験値を合わせた.

長方形断面の場合,側面に作用する圧力(p₁)は,津波 通過時は若干の誤差が生じるが,津波作用直後に発生す る圧力のピーク値は実験結果に近い結果となる(図-13(a)).一方,模型下面や上面は実験結果と大きく異 なる結果になる.特に,模型下面後部に作用する圧力 (p₃)は,実験と解析では圧力の正負が異なる(図-13(c)).模型下面上部から剥離した流れにより,模型 下面に負圧が発生すると考えられる.前述したように, 橋梁周辺の流況から(図-11(a),(b)),解析では模型 下面の剥離が再現できなかったために,模型下面(p₃)の 負圧が再現できなかったと考えられる.

2主桁断面の場合,津波作用側の床版側面,床版張出 部および主桁に作用する圧力(p₁, p₂, p₃)は,実験値とほぼ 一致する(図-14(a),(b),(c)).また模型上面前部に作 用する圧力(p₆)も実験値とほぼ一致する(図-14(f)). 一方,模型上面後部に作用する圧力(p₇)は津波作用直後 のピーク値に大きな誤差が生じる.模型に作用して上昇 した津波が,模型上面後部に着水したときに衝撃力のよ うな力が作用すると考えられるが,解析ではこのような 力を再現できなかったと考えられる.また,桁間に作用 する圧力や床版張出部後部に作用する圧力(p₄, p₅, p₈)も, 実験では負圧が作用しているが,解析では計算されてい ない.津波作用側の主桁フランジから剥離した流れによ り,桁間に負圧が作用すると考えられるが,解析ではこ のように生じている負圧を評価できていないと考えられ る.

以上の結果から、津波作用側の床版側面、床版張出部 および主桁のように、津波が模型に直接作用する面の圧 力は、実験結果をほぼ精度よく再現できると考えられる。 一方、桁間部のような津波が直接作用しにくい面の圧力 については、今回の解析手法では適切に再現できないこ とが分かった.ただし、今回の解析で長方形断面では模 型下面に発生する剥離流れを再現できなかったが、実験 および解析で得られた圧力の結果から、模型下面および 桁間に作用する圧力が、支点反力に与える影響は十分に 小さいと考えられる.

6. 結論

本研究は、上部構造の断面特性の違いが津波作用時の 橋桁の支点部に作用する力や圧力に及ぼす影響ついて実 験に検討した.さらに差分法による数値解析を行い、実 験結果との整合性について検討した.本研究で実施した 実験とその再現解析の範囲内において得られた知見は以 下の通りである.

- 水平方向の支点反力は、今回の橋桁模型のほとん どの場合で、津波作用直後急激に反力が増加し、 ピーク値になっている。その後、支点反力は低下 し、一定の値になる。
- ② 鉛直方向の支点反力は、長方形断面の場合、両支 点共に下向きの支点反力が作用している.2主桁断 面の場合、津波が作用する側の支点(本研究では 支点1)が上向き、反対の支点が下向きの支点反 力が作用するため、津波が作用する側が持ち上が るような方向の回転力が作用すると考えられる. これは、4主桁断面の場合も同様である.
- ③ 長方形断面に作用する圧力は、模型下面に作用する圧力に対して、模型上面に作用する圧力の方が大きい.そのために、両支点共に下向きの支点反力が作用している.
- ④ 2主桁断面および4主桁断面の場合,津波が作用する側の床版張出部,主桁側面に作用する圧力が支点反力に与える影響が大きい.また,これらの部位に作用する圧力はほぼ等しい値であった.
- ⑤ 差分法による数値解析の結果,長方形断面における橋桁周辺の流況は、津波作用側の模型下面に生じる剥離を精度よく再現できなかったが、2主桁断面では、津波作用側のフランジから生じる剥離を再現できた。
- ⑥ 橋桁に作用する圧力に関して、津波が作用する側の床版側面や床版張出部、主桁のように、津波が作用する面に作用する圧力は、実験結果を比較的再現できた.ただし、桁間部のように、津波が直接作用しないような面に作用する圧力は、今回の解析手法では精度よく再現できないことがわかった.

参考文献

 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震土木施設 災害調査速報,国総研資料第646号,土研資料第 4202号,平成23年7月.

- 日本道路協会:道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 2012.
- 平木雄, 庄司学:橋桁へ作用する砕波段波の津波流 体力評価,第13回日本地震工学シンポジウム, pp.821-828, 2010.
- 4) 庄司 学,平木雄,江面嘉之,飯高稔,藤間功司,鴫 原良典:橋桁に作用する津波波力の水平成分と鉛直 成分の発生メカニズムに関する実験的考察,第31回 土木学会地震工学研究発表会講演論文集,No.5-057, 2011.
- 5) 二井伸一,幸左賢二,庄司学,木村吉郎:津波形状 の違いによる橋梁への津波作用力に関する実験的検 討,構造工学論文集,Vol.56A, pp. 474-485, 2010.
- 張広鋒,薄井稔弘,星隈順一:津波による橋梁上部 構造への作用力の軽減対策に関する実験的研究,土 木学会論文集 A1(構造・地震工学)[特]地震工学論 文集, Vol.66, No.1, pp.425-433, 2010.
- (7) 糸永航, 中尾尚史, 伊津野和行, 小林紘士: 鈑桁橋に対 する津波の作用力に関する実験的研究, 地震工学論 文集, 第31-b, pp.1126-1133, 2012.
- 中尾尚史, 糸永航, 野阪克義, 伊津野和行, 小林紘士: 矩形断面桁に作用する津波の圧力特性に関する実験 的研究, 地震工学論文集, 第 31-b, pp.1145-1150, 2012.
- 9) Solomon C. Yim: MODELING AND SIMULATION OF TSUNAMI AND STORM SURGE HYDRODYNAMIC LOADS ON COASTAL BRIDGE STRUCTURES, Technical Memorandum of Public Works Research Institute, No.4009, pp.193-206, 2006.
- Bruce Johnson and Solomon Yim: Development of Tsunami Design Criteria for Oregon Coastal Bridges, Proc. 27th US-Japan Bridge Engineering Workshop, pp.67-82, 2011.
- 11) Jeremy D. BRICKER, Kazuhiko KAWASHIMA, and Akihiko NAKAYAMA: CFD ANALYSIS OF BRIDGE DECK FAILURE DUE TO TSUNAMI, Proceedings of the International Symposium on Engineering Lessons Learned from the 2011 Great East Japan Earthquake, Tokyo, Japan, pp.1398-1409.
- 薄井稔弘,運上茂樹,杉本健:津波に対する道路橋の被害軽減に関する解析的検討,構造工学論文集, Vol.56A, pp. 464-473, 2010.
- 13) 佐々木 達生,幸左 賢二,付李,木下和香:東日本大 震災による津波の影響を受けた沼田跨線橋の損傷判 定,第31回土木学会地震工学研究発表会講演論文集, No.5-135,2011.
- 14) 野中哲也,本橋英樹,原田隆典,坂本佳子,菅付紘 一,宇佐美勉:津波波源から橋梁までの全体系津波 再現解析,第15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,pp.25-32,2012.
- 15) 鴫原良典,藤間功司,庄司学:橋梁構造物に作用す る津波波力の数値計算,地震工学論文集,Vol.30, pp.899-904, 2010.
- 16) 吉野広一,野中哲也,原田隆典,坂本佳子,菅付紘一:I 桁橋に対する津波作用力特性の解析的検討,第
 15 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, pp.73-80,2012.第15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, pp. 73-80,2012.
- 17) 奈良崎泰弘,田崎賢治,佐々木達生:橋梁上部工に

作用する津波波力の特性に関する解析的検討,第15 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, pp.167-174,2012.

- 18) 片岡正次郎,金子正洋,松岡一成,長屋和宏:道路橋の地震・津波複合応答解析,第15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,pp. 9-16,2012.
- 19) 中野亜美,幸左賢二,佐々木達生,付李:映像解析 による歌津大橋の流出メカニズムの推定,第15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, pp. 17-24, 2012.
- 20) 沿岸技術ライブラリーNo.39: CADMAS-SURF/3D 数 値波動水槽の研究・開発,財団法人 沿岸技術研究セ ンター,2010.
- 福井芳郎ほか:津波の研究(Ⅱ)-段波津波の堤防 に及ぼす影響-,第9回海岸工学講演会論文集, pp.50-54, 1962.

(2012.9.21 受付)

EFFECT OF CROSS-SECTIONAL CONFIGURATION OF SUPERSTRUCTURE ON HYDRODYNAMIC BEHAVIOR OF BRIDGES SUBJECTED TO TSUNAMI-INDUCED LOADING

Hisashi NAKAO, Guangfeng ZHANG, Toru SUMIMURA and Jun-ichi HOSHIKUMA

This paper discusses the hydrodynamic tsunami-induced force to bearing support of bridges based on the hydraulic experiments and the numerical analysis. The hydraulic experiments were conducted with using models of the rectangle, 2-main girder bridge and 4-main girder bridges. The experimental results showed that the rectangle model was subjected to downward vertical hydrodynamic force. The 2-main girder bridge and 4-main girder bridge and 4-main girder bridge and 4-main girder bridge and 4-main girder bridge models were subjected to upward vertical hydrodynamic force to bearing support of the downstream side. The hydrodynamic pressure acting on the overhang slab and outer girder is greater than the pressure of other parts of bridge. Furthermore, the numerical analyses were conducted for the rectangle and 2-main girder bridge model. In numerical analyses, the pressure acting on the overhang slab and the outer girder corresponded with experimental results.