

写真情報と橋梁台帳からコンクリート橋の桁流出被害を予測

学籍番号：1160073 氏名：澤田 真衣 指導教員：甲斐芳郎 副指導教員：高木方隆
高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

東北地方太平洋沖地震の津波による橋梁被害に伴い土木学会から発行された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¹⁾より、桁流出被害の簡易評価式が提案された。しかし、高知県の橋梁台帳²⁾の情報では、橋梁の上部工の重量や、総高など必要な情報が不足している。よって本研究では詳細な橋梁諸元¹⁾から式を算定し、橋梁の写真情報と高知県の橋梁台帳²⁾に記載されている情報で、桁流出被害を予測する手法を提案する。

Key Words：桁抵抗力作用力比、写真情報 橋梁台帳 桁流出被害予測

1. はじめに

これまで橋梁が受ける外力において、津波のような外力は従来考慮されていなかった。そのため、2011年の東北地方太平洋沖地震では、津波による構造物の流出が多数発生し、このうち浸水地域の橋梁約1800橋に対して、約250橋の桁流出が確認された。この被害をうけて構造物の安全性を説明することが今後は求められるとして、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¹⁾が土木学会から発行され、橋梁の桁流出被害を簡易的に評価できる評価式が提案された。

今後、南海トラフ地震で想定される被害において、津波による桁流出被害予測を行うことは防災や復旧活動の面からみても重要である。現在提案されている桁流出の評価式は簡易的なものであるが、高知県が管理する橋梁台帳に記載されている情報量では桁流出被害を予測する事が出来ない。

本研究では詳細な橋梁の諸元¹⁾から高知県の橋梁台帳²⁾に記載されている情報で不足している数値を推定し、桁流出被害の予測を行える手法を提案する。

2. 目的

橋梁台帳²⁾に記載されている情報と写真情報から桁流出被害の評価に不足している数値を推定し、桁流出被害の予測を行うことが出来る手法を提案することを目的とする。

3. 土木学会より提案された桁流出被害評価式

ここで土木学会より提案された桁流出被害の評価式について記載する。

桁流出被害の評価式で求められる β 値は桁抵抗力作用力比とも呼ばれ、桁抵抗力 S と津波による作用力 F の比から求める。

この値が1.0以上になる場合、安全であると評価することが出来る。

$$\beta = \frac{S}{F} \quad \text{式(1)}$$

$$F = \frac{1}{2} \rho_w C_d A V^2 \quad \text{式(2)}$$

$$S = \mu W \quad \text{式(3)}$$

ここで

ρ_w ：水の密度(1,030kg/m³) C_d ：抗力係数
 A ：有効鉛直投影面積(m²) μ ：摩擦係数(0.6)
 W ：上部構造重量(kN) V ：流速(6.0m/s)

本研究での抗力係数は道路橋示方書に準拠し、式(4)を用いて求める。

$$C_d = 2.1 - 0.1(B/D) \quad 1 \leq B/D < 8$$

$$C_d = 1.3 \quad 8 \leq B/D \quad \text{式(4)}$$

ここで

B : 上部構造の総幅(m)

D : 上部構造の総高(m)

4. 適用範囲

詳細な橋梁緒元¹⁾を得ることができ、高知県の橋梁台帳²⁾に記載されている構造形式である PCT 桁、PCI 桁、RCT 桁、RCI 桁を適用範囲内とする。

5. β 値の算出方法

5.1. 使用する高知県の橋梁台帳²⁾の情報

本研究では、橋梁台帳²⁾の表 5-1. の情報を使用する。また、表 5-2. は桁流出被害の評価に必要な数値である。

表 5-1. 本研究で使用する橋梁台帳²⁾の情報

高知県の橋梁台帳の情報	
道路種別	休日、平日の交通量
橋梁の所在地	車道、歩道の幅員
支間長	材料区分
構造形式	

表 5-2. 桁流出被害の評価に必要な値

桁流出被害の評価に必要な値	
A	B
D	W

5.2. B の算定方法

表 5-1. の道路種別、交通量、橋梁の所在地と道路構造令³⁾から道路区分と等級を調べることが出来る。更に橋梁の写真情報と高知県道路の構造の技術的基準及び道路に設ける道路標識の寸法を定める条例⁴⁾、地覆の標準寸法より、路肩、中央帯、地覆の幅員を仮定し、表 5-1. の車道と歩道の幅員に足したものを B とする。

5.3. W の算定方法

W を求める式は体積と単位体積重量の積である。橋梁の断面積を等価なものと考えたと W の式は以下のようになる。

$$W = B \times L \times D' \times \rho_y \quad \text{式(5)}$$

$$= H \times D' \times \rho_y$$

ここで

ρ_y : 単位体積重量(k N/m³) L : 桁長(m)

D' : 等価な橋梁断面の総高(m) H : 床版面積(m²)

式(5)より、W は H に比例することが分かる。D' は構造形式によって変化するため RCT 桁、RCI 桁、PCT 桁、PCI 桁、で分けて考える。その結果図 5-1., 図 5-2., 図 5-3., 図 5-4. のようになった。この式を使用して求めた W で予測した桁流出被害と、実際の桁流出被害の結果と比較したところ RC 橋、PC 橋の I 桁は桁流出被害予測と桁流出被害の結果が一致したが、PC 橋の T 桁は桁流出被害予測と桁流出被害の結果が一致しない橋梁が 4 橋存在した。

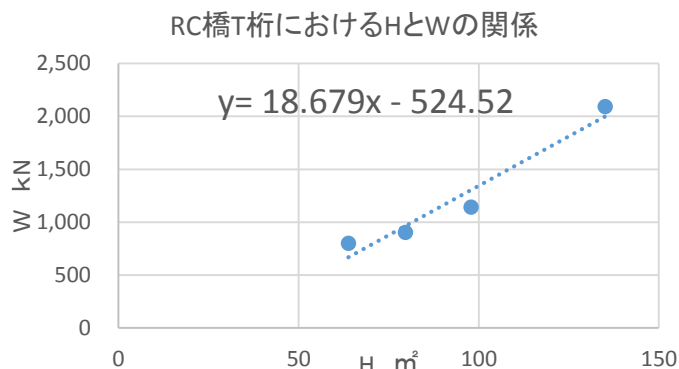


図 5-1. RC 橋 T 桁の H と W の関係

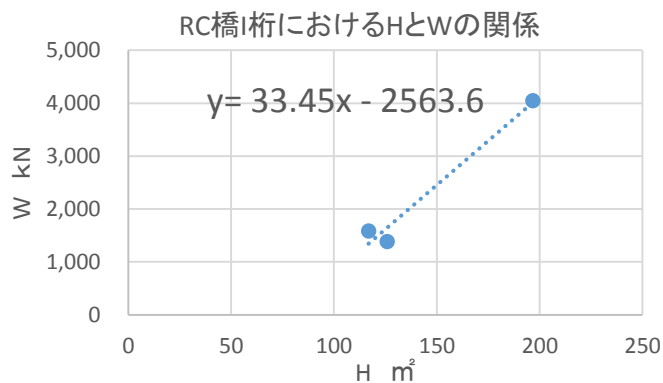


図 5-2. RC 橋 I 桁の H と W の関係

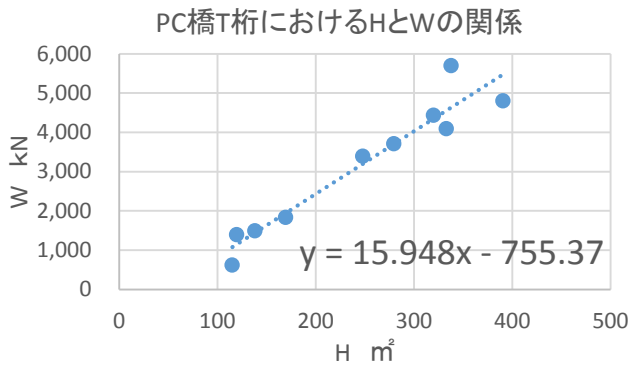


図 5-3. PC 橋 T 桁の H と W の関係

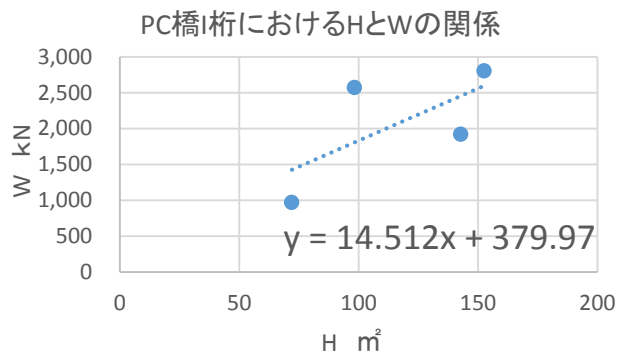


図 5-4. PC 橋 I 桁の H と W の関係

5.4.D の算定方法

D は桁高の影響を最もうける. 支間長と桁高は相関性があるため支間長とさほど違いのない桁長を使用して総高との関係性を検討した. 図 5-5., 図 5-6., 図 5-7., 図 5-8. は構造形式別で RC 橋, PC 橋の D の式を算定したものである. この式を使用して求めた D 予測した桁流出被害と実際の桁流出被害の結果との比較を行った.

その結果, RC 橋, PC 橋の I 桁は桁流出被害予測と桁流出被害の結果が一致したが, PC 橋の T 桁は桁流出被害予測と桁流出被害の結果が一致しない橋梁が 3 橋存在した.

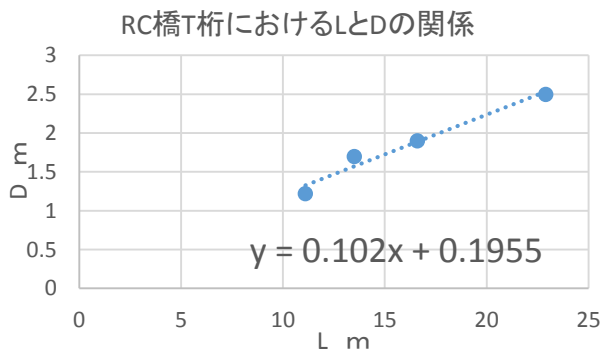


図 5-5. RC 橋 T 桁の L と D の関係

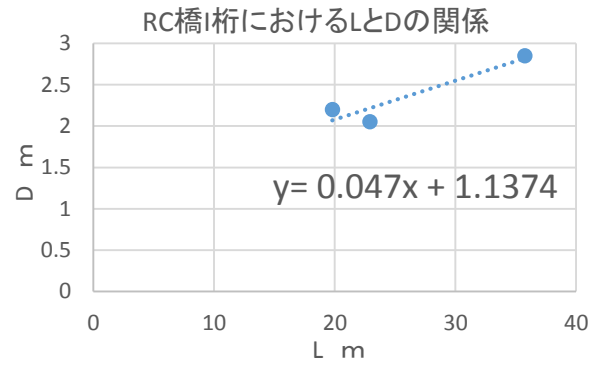


図 5-6. RC 橋 I 桁の L と D の関係

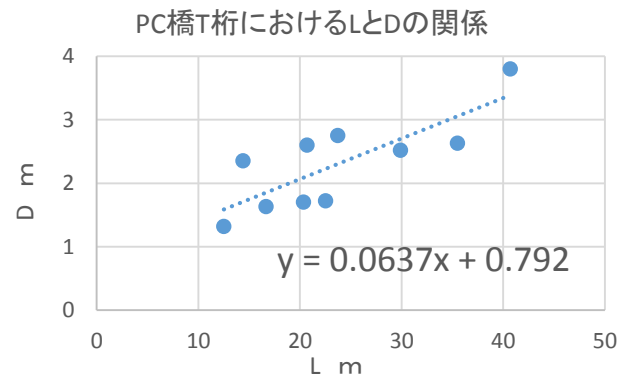


図 5-7. PC 橋 T 桁の L と D の関係

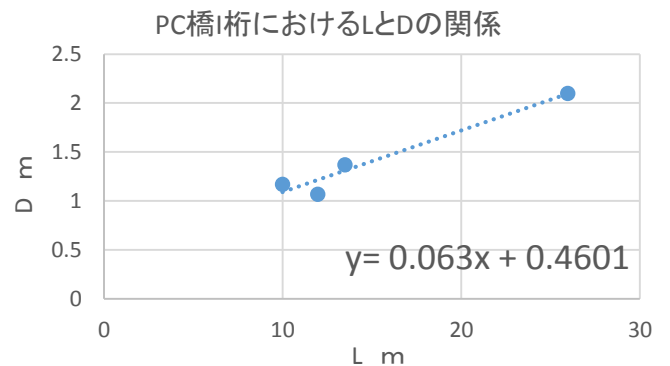


図 5-8. PC 橋 I 桁の L と D の関係

6. 提案した手法で桁流出被害を予測

本研究で提案した手法で RC 橋の被害予測と実際の被害の比較を行った結果, 被害予測と被害結果は一致した. 次に, PC 橋の被害予測と実際の被害の比較を行った結果, PC 橋の I 桁の被害予測と被害結果は一致し, PC 橋の T 桁の被害予測と被害結果が一致しない橋梁は 2 橋存在した. しかし, この 2 橋に関しては詳細な橋梁諸元¹⁾の被害予測も同じ結果であった.

7. 算出した β 値の安全精度

図 7-1., 図 7-2.は桁流出被害予測を行った橋梁の β 値と β' 値の相関関係を示したものである。ここで、 β 値は詳細な橋梁諸元¹⁾に記載されている数値であり、 β' 値は本研究で提案した手法で算出された β 値のことである。緑丸は β 値の被害予測と β' 値の被害予測が一致しなかった橋梁を示している。 β 値の被害予測と β' 値の被害予測が一致しなかった橋梁 4 橋に関しては、桁流出被害を受けたにもかかわらず安全と評価された橋梁は無かった。また、他のばらつきが見られる橋梁に関しても被害結果に影響を与えるほどではなかった。このことから本研究で提案した手法で桁流出被害の予測を行うことが可能であると分かる。更に桁長ではなく支間長で β 値の計算を行った結果実際の橋梁被害との関係に変化はみられなかった。

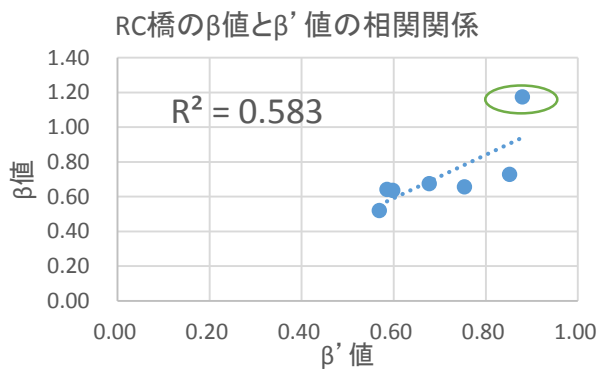


図 7-1.RC 橋の β 値と β' 値の相関関係

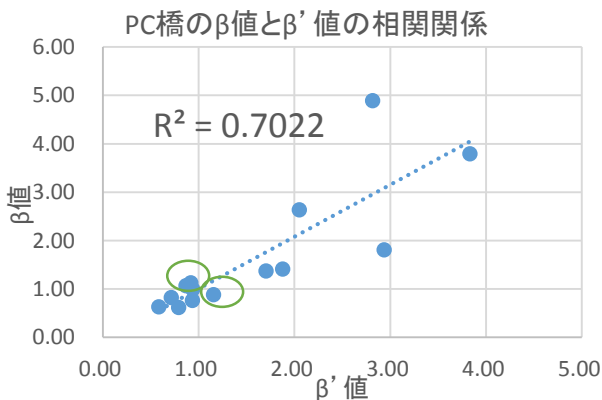


図 7-2.PC 橋の β 値と β' 値の相関関係

8. 本研究で提案した手法でマップを作成

本研究で提案した手法で高知県の橋梁の桁流出被害の予測を行った結果が図 8-1.である。このマップは橋梁台帳²⁾に記載されており、写真情報を得ることが出来た適用範囲内の橋梁に対し、東北地方太平洋沖地震の津波の平均流速である 6.0m/s の津波の水平波力が作用したと想定したものである。

予測を行った結果、73 橋のうち 46 橋が桁流出被害の恐れがあるという結果となり、半数以上の橋梁が桁流出被害を受ける可能性があるということが判明した。



図 8-1. 桁流出被害予測のマップ

9. おわりに

本研究で提案した手法を使用することで高知県の橋梁台帳と橋梁の写真情報から橋梁の桁流出被害の予測を行うことが出来た。

今後の課題として、南海トラフ地震の浸水域予測や流速などを考慮した予測結果を得る必要がある。

謝辞

本研究に際して、データ提供にご協力を頂きました那須清吾教授、SIP project 関係者の方々に深謝いたします。

10. 参考文献

- 1)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(H25 発行)P24, P29—31
- 2)SIP project 橋梁台帳データ 3)道路構造令 <http://law.e-gov.go.jp/htmldata/S45/S45SE320.html>
- 4)高知県道路の構造の技術的基準及び道路に設ける道路標識の寸法を定める条例(H24 公布)