

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 5月21日現在

機関番号：17102

研究種目：若手研究（A）

研究期間：2009～2011

課題番号：21686041

研究課題名（和文） 背面土を考慮した橋台の力学特性の把握と桁の移動制限を考慮した橋梁の耐震安全性評価

研究課題名（英文） Investigation on mechanical characteristics of the abutment considered with the backfill soil and evaluation of the seismic performance of bridges considered with the movement limitation of the superstructure.

研究代表者

梶田 幸秀（KAJITA YUKIHIDE）

九州大学・大学院工学研究院・准教授

研究者番号：10403940

研究成果の概要（和文）：

本研究では、1/6 スケールモデルの橋台の水平載荷実験を実施することにより橋台のウイング部の有無、背面土の有無などによる水平抵抗特性の違いを検討し、ウイング部が存在することで堅壁基部主鉄筋降伏後の剛性が大きく向上すること、背面土の影響については、初期剛性は変わらないが耐力が20%程度向上することが分かった。続いて、数値シミュレーション解析を実施し、初期剛性や堅壁基部主鉄筋降伏まではシミュレートできることを示した。

研究成果の概要（英文）：

In this study, a horizontal static loading test is carried out to understand the resistance characteristic of an abutment. From the test results, it is understood that the maximum strength becomes larger in the case of the specimen with the backfill soil. However, the weakest part of the abutment is the basement of the vertical wall regardless of the backfill soil. Furthermore, as the results of the numerical simulation, we can estimate the load-displacement relation curve until the steel main bars in the vertical wall yielded.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	16,200,000	4,860,000	21,060,000
2010年度	3,300,000	990,000	4,290,000
2011年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
総計	20,700,000	6,210,000	26,910,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：土木工学、構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：桁間衝突、構造工学・地震工学、橋台、耐震、防災

1. 研究開始当初の背景

(1)橋の両側に橋台がある橋梁については、橋台による桁の移動制限を考慮に入れることにより橋脚への地震時慣性力が低減され、橋

脚の耐震補強コストの縮減が図れるという工法が提案されている。

(2)1995年兵庫県南部地震以降、免震支承が

積極的に採用されるようになり、また、すべり系支承の採用も検討されている。これらの支承の採用は、橋脚への地震時慣性力の低減が主たる目的であるが、その一方で、桁の移動量の増大というデメリットも含まれている。

(3)橋台による桁の移動制限、免震支承やすべり系支承の採用による桁の移動量の増大という2つの事象は、桁と橋台の衝突を許容する、もしくは衝突の発生回数の増大を意味しているが、橋台の設計は背面土の土圧に対する抵抗のみを考慮しており、橋台に桁が衝突する際の橋台の抵抗特性については明らかにされていない。

2. 研究の目的

橋台の抵抗特性を考慮した橋梁全体系の耐震安全性評価手法の確立が研究目的である。具体的には下記の通りである。(i)橋台モデルの静的水平載荷実験を行うことにより、橋台の抵抗特性(荷重-変位関係)を明らかにする。続いて、(ii)模型実験に対する数値シミュレーションを実施することで数値解析手法の妥当性を示し、その後、実規模橋台の抵抗特性を推定する。この2つが分かれば、(iii)橋台の抵抗特性を考慮した橋梁全体系の地震時応答解析を実施し、橋脚への地震時慣性力が低減されると同時に、桁と橋台が衝突しても、緊急車両は通行可能であることを確認し、橋梁全体系の耐震安全性を評価することが可能となる。

3. 研究の方法

(1)模型橋台の水平載荷実験について

背面土がある場合の実験供試体を図-1に実験状況を写真-1に示す。本モデルは、実橋梁橋台の1/6スケールのモデルであり、反力床との固定のためのフーチングを除くと高さは1.45m、橋軸直角方向幅1.5mの供試体で

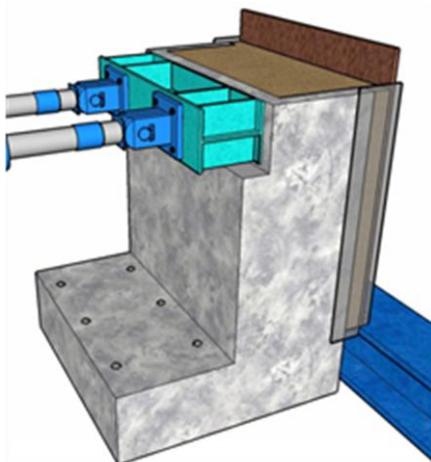


図-1 実験供試体全景

ある。実験は、ウイングが無い壁のみの場合、ウイングがあるが背面土が無い場合、ウイング、背面土の両方ある場合(図-1、写真-1)の3種類で行うことで、ウイングの有無による水平抵抗特性の影響、背面土の有無による水平抵抗の特性などについて検討を行った。



写真-1 実験供試体全景

(2)模型実験のシミュレーション数値解析

模型実験数値解析として、図-2に示すモデル(対称性を考慮したモデル)で解析を行った。コンクリートと砂は8節点ソリッド要素、鉄筋は2節点トラス要素とした。コンクリート、砂、鉄筋の応力-ひずみ関係は図-3に示すとおりである。鉄筋要素の節点はコンクリート要素の節点と共有しており、鉄筋とコンクリートは完全付着としてモデル化を行った。背面土のヤング率、強度(せん断強度)は、Terzaghi and Peckの式を用い、N値から推定した。解析は、荷重を入力値とした荷重漸増解析である。

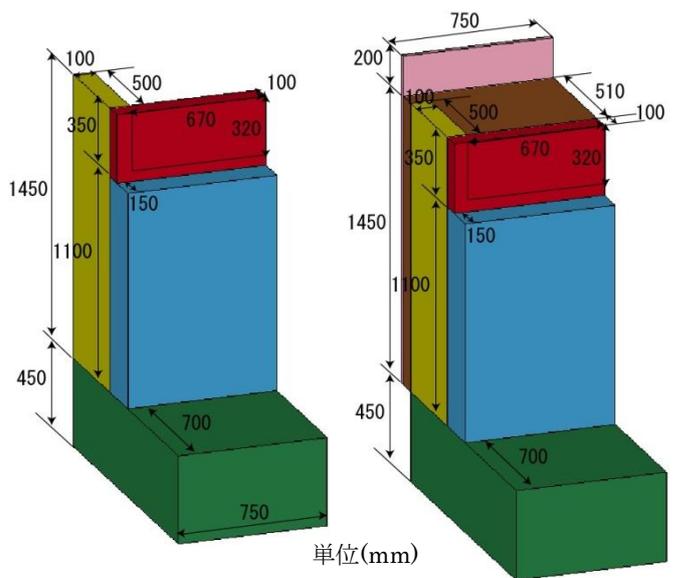


図-2 解析モデル

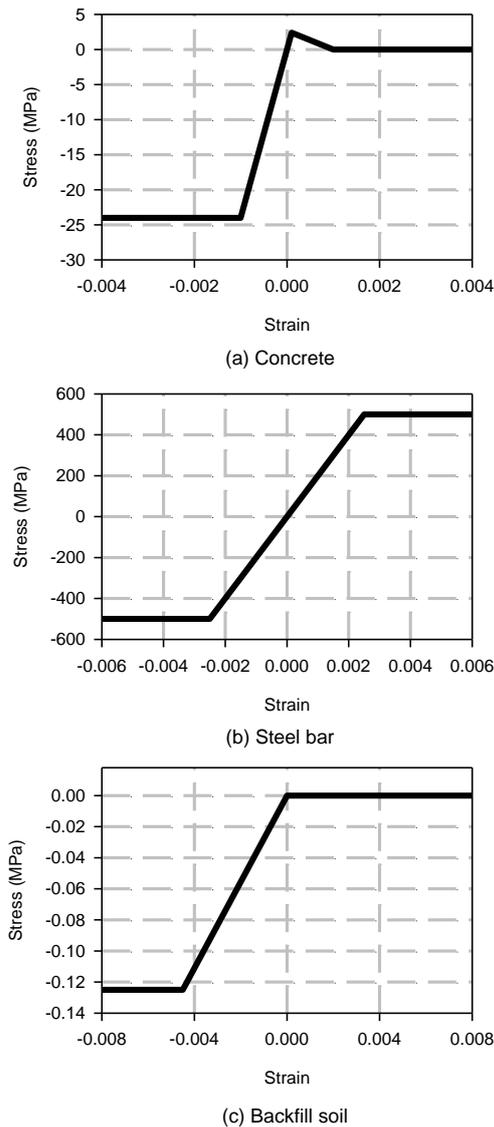


図-3 材料の応力-ひずみ関係

4. 研究成果

(1) 模型橋台の水平荷重実験

図-4 にパラペット天端の変位と荷重の関係を示す。

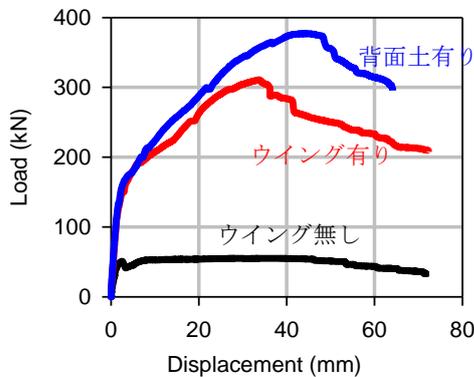


図-4 荷重-変位関係

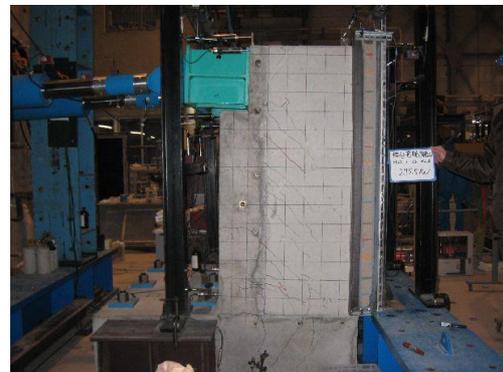
図より、ウイング無し（堅壁のみ）、ウイング有り、背面土有りの3ケースいずれの供試体も初期剛性は変わらないことがわかった。つまり、ウイング部は初期剛性には寄与しないことが分かる。続いて、図には示していないが、堅壁基部の主鉄筋降伏時の荷重と変位は、ウイング無しで51kN、2.5mm、ウイング有りで184kN、5.3mm、背面土有りで177kN、4.7mmであった。主鉄筋の降伏にはウイング部の影響が大きいことが分かる。ウイングが無い場合では、主鉄筋の降伏後、堅壁基部に塑性ヒンジが形成された状態となり、剛性はほぼゼロで変形だけが進む状態となることがわかる。つまり、ウイング部が無い橋台は、主鉄筋の降伏は絶対に避けなければならない損傷であることが分かった。

次に、ウイング部がある場合、主鉄筋降伏後もウイング部の抵抗によりある程度の剛性を保つことが分かる。背面土があることにより剛性が少し大きくなり、最大荷重も310kNと377kNと、背面土があることにより約20%大きくなることが分かった。

写真-2 に背面土がある場合における実験終了時の損傷状況を示す。写真から分かる通り、堅壁全面には「ハ」の字のひび割れが入り、ウイング部には斜めせん断ひび割れが入っていることが分かる。なお、ひび割れの分布図については、供試体の種類の影響はみられなかった。



(a) 荷重正面から（堅壁前面）



(b) 荷重側面から（ウイング側面）

写真-2 背面土あり損傷状況

(2) 模型実験のシミュレーション数値解析

図-5 にシミュレーション数値解析結果を示す。

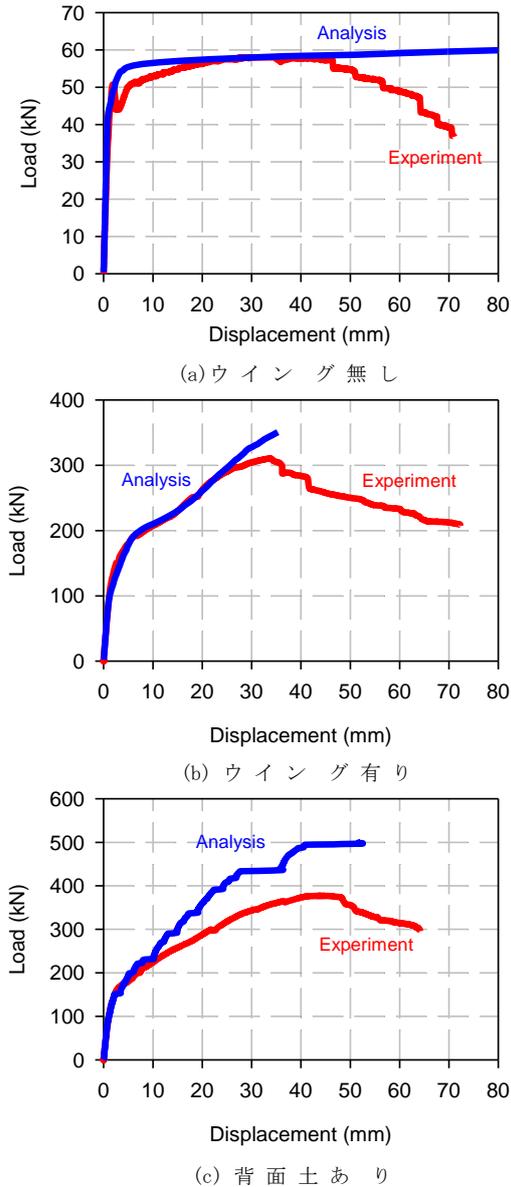


図-5 荷重-変位関係(実験と解析の比較)

図-5 より分かるとおり、ウイング無しの場合、荷重制御で解析を行っているため、最大荷重を再現できないが、荷重-変位関係は十分に再現できているといえる。また、ウイングがある場合について、背面土の有無に関わらず初期剛性ならびに主鉄筋の降伏による剛性が変化するところまではシミュレートとできている。しかし、背面土がある場合については、主鉄筋降伏後の剛性が実験値よりも大きくなった。これは背面土と橋台堅壁背面との接触領域において、現在は、背面土と堅壁の節点を共有しているために背面土が実験よりも強く抵抗しているのではないかと考えられる。

なお、研究期間中に研究成果を学術論文等に纏めるための時間が十分に取れなかったため、研究期間後も引き続き、研究成果の発表を予定している。

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 1 件)

梶田幸秀, 内海寿紀, 大塚久哲, 田崎賢治, 曳野誠也, 1/6 スケール橋台供試体の静的載荷実験とシミュレーション解析, 第 13 回日本地震工学シンポジウム, CD-ROM(論文 No. PS3-Sat-11), 2011, pp. 4241-4247

[学会発表] (計 4 件)

藤吉祐樹, 梶田幸秀, 大塚久哲, 背面土を考慮した橋台供試体の静的水平載荷実験とシミュレーション解析, 第 66 回土木学会年次学術講演会第 I 部門, 2011, I-219

藤吉祐樹, 内海寿紀, 梶田幸秀, 大塚久哲, 背面土を含めた橋台の水平抵抗特性の把握を目的とした載荷実験と解析, 平成 22 年度土木学会西部支部研究発表会, 2011, I-13

内海寿紀, 梶田幸秀, 大塚久哲, 1/6 スケール橋台模型の静的水平載荷実験と数値シミュレーション, 第 65 回土木学会年次学術講演会第 I 部門, 2010, I-066

石上翔一郎, 吉田佳太郎, 梶田幸秀, 大塚久哲, 橋台の抵抗特性の把握を目的とした静的水平載荷実験の事前解析, 平成 21 年度土木学会西部支部研究発表会, 2010, I-66

6. 研究組織

(1) 研究代表者

梶田 幸秀 (KAJITA YUKIHIDE)
九州大学・大学院工学研究院・准教授
研究者番号: 10403940

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: