

1. はじめに

1-1. 研究背景

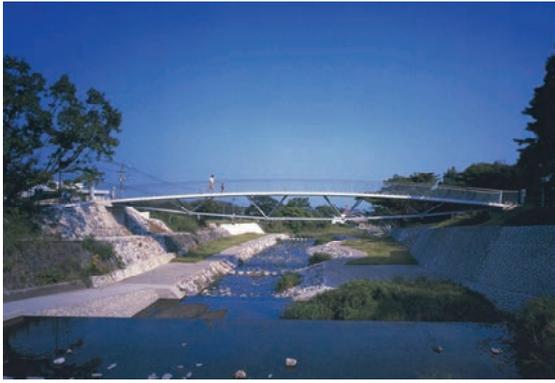
吊橋形式の歩道橋は、比較的長いスパンの橋に適用されており、山間地に多く架設されている。表 1-1 に、主径間長が 200m 以上の歩道橋の実績¹⁾を示す。我が国で最大支間長の歩道橋は、「九重“夢”大吊橋」(主支間長 390m) である。これらの歩道橋の多くは、単径間の無補剛桁(木床版)を基本形式とし、水平方向の風対策として耐風索(ストームケーブル)が設置されている。耐風索の傾斜角度は、地形条件にもよるが、様々な角度が採用されている。基本的な構造特性としては、長大であるため、固有周期が長く、歩行時の使用性としては、高次モードの水平振動で共振することが指摘されている²⁾。

一方、吊材(引張部材)を用いた歩道橋には、吊橋形式、斜張橋形式のほか、種々の形式が提案されている。図 1-1 に示すように、張弦桁形式、ケーブルネット形式、ユニークなアーチ形式など^{3), 4)}がある。海外では、規模が小さい歩道橋でも、積極的にケーブルシステムを採用した歩道橋が都市部を中心に架設されている。例えば、ドイツシュツットガルトのローゼンシュタイン公園の歩道橋は、ケーブルネット上に桁を配置した独特の形式が採用されている。また、ミレニアムブリッジは、吊構造システムを採用した斬新な形式である。なお、本橋梁は、横剛性が低く、歩行者の歩調と共振して、大きな振動が発生したことから、制振対策としてダンパーが設置されている⁵⁾。このように、吊形式歩道橋は、山間部のような長径間に適した構造としてだけでなく、都市部においては、その軽快な構造形態を活かして、様々な形式が提案されている。

したがって、吊形式歩道橋は、ケーブルシステムや他の形式との組み合わせにより、新しい構造形式とすることができることから、ケーブル形式の組み合わせを検討して、それらの構造特性を把握していくことは有用であるといえる。また、前述したように、吊橋形式の歩道橋は、高次の振動モードと共振する可能性があることから、振動使用性の照査のためには、その動的構造特性の把握が必要であるといえる。

表 1-1 代表的な吊橋形式歩道橋の実績一覧¹⁾

順位	橋梁名	県名	主径間長	橋長	幅員	完工年	サグ比	耐風索
1	九重“夢”大吊橋	大分県	390m	435m	1.5m	2006年	1/10	あり
2	竜神大吊橋	茨城県	375m	375m	3.0m	1993年	1/11	なし
3	もみじ谷大吊橋	栃木県	320m	320m	1.5m	1998年	1/14	あり
4	水の郷大つり橋	神奈川県	315m	335m	1.5m	1995年	1/16	あり
5	谷瀬橋	奈良県	297m	297m	—	1954年	—	あり
6	照葉大吊橋	宮崎県	250m	250m	1.2m	1983年	—	あり
7	上野スカイブリッジ	群馬県	225m	225m	—	1998年	—	あり
8	久野脇橋(塩郷のつり橋)	静岡県	220m	220m	—	1932年	—	あり
9	秋葉橋	静岡県	210m	210m	—	不明	—	あり
10	星のブランコ(交野橋)	大阪府	200m	280m	—	1997年	—	あり



イナコスの橋（日本、1994年）³⁾



Footbridge across the Rhone（スイス、1998年）³⁾



Millennium Bridge London（イギリス、2000年）³⁾



ローゼンシュタイン公園の歩道橋（ドイツ、1998年）⁴⁾



Gateshead Millennium Bridge（イギリス、2001年）³⁾



Footbridge across the 'Ronda de la Hispanidad'（スペイン、2002年）³⁾

図 1-1 吊材（引張部材）を用いた歩道橋の一例

1-2. 研究目的

本研究では、吊形式歩道橋に着目して、立体的なケーブル形状や、アーチ形式と吊橋形式の併用が構造特性に及ぼす影響を検討するために、また、吊橋形式歩道橋の振動使用性を評価するために、以下の3つの検討を行うこととした。

- (1) 3次元サグを有する歩道吊橋の静的・動的構造特性の検討
- (2) アーチ併用吊橋の提案と構造特性の検討
- (3) 振動計測による無補剛吊橋の動的構造特性の検討と振動使用性の評価

まず、3次元サグを有する歩道吊橋の静的・動的構造特性の検討では、単径間の吊橋形式で実績が多い、主径間長 100m を検討対象とした。ケーブル形状については、主索（主ケーブル）の傾斜角度だけでなく、強風対策として、設置される耐風索の傾斜角度もパラメータとして、合計 24 ケースの組み合わせで検討を行った。本研究では、立体的なケーブル形状が構造特性に及ぼす影響を把握することを目的としており、活荷重による固定荷重解析、および、固有振動解析によって検討を行った。

次に、アーチ併用吊橋の提案と構造特性の検討では、支間長 100m の歩道橋を対象に、力学的に異なる性質の構造形式の組み合わせが、静的あるいは動的な構造特性に及ぼす影響を検討することを目的としたものである。さらに、アーチリブの剛性の変化がアーチ部材とケーブル部材の荷重分担に及ぼす影響を検討して、基本的な力学特性を明らかにする。

さらに、振動計測による無補剛吊橋の動的構造特性の検討と振動使用性の評価では、国内最大級の無補剛吊橋を対象に、歩行パターンを変えた振動計測を行って、動的構造特性を検討するとともに、共振時における振動使用性の限界値の評価を試みた。

参考文献

- 1) 橋梁建設協会：橋梁年鑑データベース、<http://www.jasbc.or.jp/kyoryodb/>（Web サイト）
- 2) 川崎俊次、中村俊一、大野克紀：歩行者により生じた吊橋の水平振動計測、土木学会論文集、No.777/VI-65、pp.97-107、2004.12
- 3) 歩道橋の設計ガイドラインに関する研究小委員会編：歩道橋の設計ガイドライン、構造工学シリーズ 21、構造工学委員会、土木学会、2011.1
- 4) 土木学会：伊藤清忠景観デザイン・フォトライブラリー、http://www.jsce.or.jp/library/itou_photo/、土木学会附属土木図書館所蔵（Web サイト）
- 5) Dallard, P., Fitzpatrick, A., Flint, A., Bourva, S. and Low, A.: “The London Millennium Footbridge”, The Structural Engineer, Vol.79, No.22, pp.17-35, 2001.