

H1-12

バランスド扁平アーチ構造の構造特性とその挙動に関する研究

Study on the structural characteristics of the balanced flat arch structure and the behavior

○五味傑<sup>1</sup>, 橋本直樹<sup>2</sup>, 秋葉芳之<sup>3</sup>, 関文夫<sup>4</sup>

\*Takashi Gomi<sup>1</sup>, Naoki Hashimoto<sup>2</sup>, Yoshiyuki Akiba<sup>3</sup>, Fumio Seki<sup>4</sup>

Abstract: This paper describes the structural characteristics of balanced flat arch structure. Comparing the differences between flat arch structure and arch structure, a large horizontal force acts on the flat arch structure. The authors analyzed the effect of the flat arch structure that is reinforced by the backstay. As a result, balanced flat arch structure showed that a reasonable structure to reduce its a large horizontal force.

1. はじめに

静岡県富士宮市では、富士山の世界文化遺産登録に向けて白糸の滝整備計画を立て、その一環として、歩道橋（以下滝見橋という）の架け替えを行う。滝見橋には、扁平なバランスドアーチ構造が採用された。本研究の目的は、滝見橋の設計を通して、通常のアーチ構造と扁平アーチ構造の違いから扁平アーチ構造の構造特性を理解し、斜材を付けたバランスドアーチ構造についても解析し、扁平アーチ橋の有用性について考察する。

2. アーチ構造と扁平アーチ構造

2.1 スパンライズ比

Figure1 は、国内の既存のアーチ橋 62 橋をアーチスパン L、ライズ H のスパンライズ比(H/L)についての関係を示したものである<sup>[1]</sup>。二つの線は、H/L=1/2, 1/8 を示したもので、ほとんどのアーチ橋がその領域の範囲内にある。H/L=1/8 の線より下を扁平アーチ橋だと仮定すると、極端に少なくなる事がわかる。滝見橋の H/L は 1/12 となっており、扁平アーチ橋といえる。

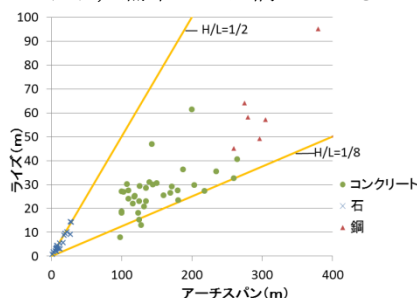


Figure1. Distribution of arch bridge

2.2 アーチ構造と扁平アーチ構造の構造特性

扁平アーチ構造の構造特性を分析するため、解析を行った。

(1) 解析方法

構造解析は、STAAD-III を用いて平面骨組解析を行った。アーチスパンを一定にし、ライズを変化させ、H/L=1/2

~1/14 の 7 通りを解析した。

(2) 解析条件

荷重は自重のみ。支持条件は固定。

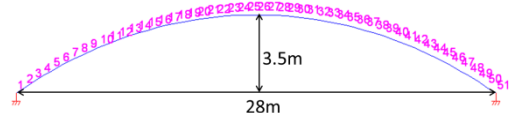


Figure2. Analysis model (H/L=1/8)

(3) 解析結果

アーチ両端の支点反力と、スプリング・1/4 点・クラウンの断面力について検討した。Figure3 では、軸力が H/L=1/8 から急激に増える。これにより強大な水平力が発生する。Figure4 では、H/L=1/5~1/8 において曲げモーメントが 0 に近づくので、一般的なコンクリート橋は合理的な H/L といえる。

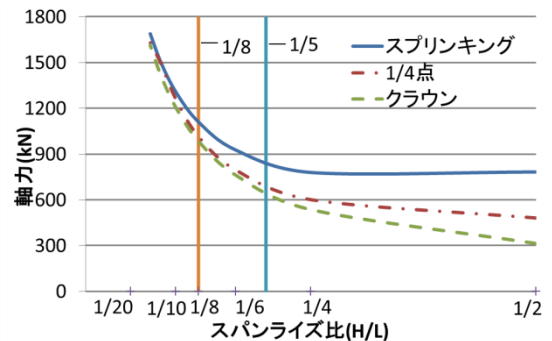


Figure3. Relation between axial force and H/L

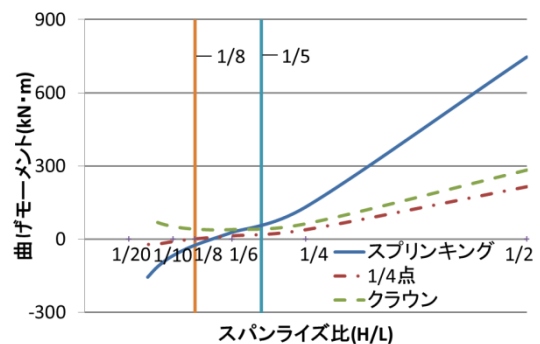


Figure4. Relation between bending moment and H/L

1 : 日大理工・院 (前)・土木 2 : 新日本技研株式会社 3 : 独立行政法人鉄道・運輸機構 4 : 日大理工・教員・土木

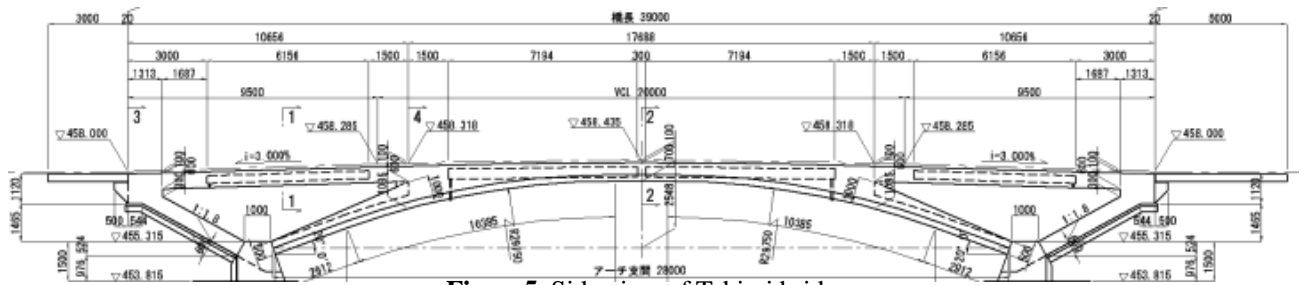


Figure5. Side view of Takimi bridge

3. 滝見橋の概要

滝見橋は、橋長 39m、アーチスパン 28m、アーチライズ 2.548m、有効幅員が 2.5m の人道橋である (Figure5)。扁平アーチ構造の特徴として、一般的なアーチ構造よりも曲げモーメントが大きく作用するため、滝見橋ではアーチリブを変断面として梁性を持たせる事で対策している (Figure6)。

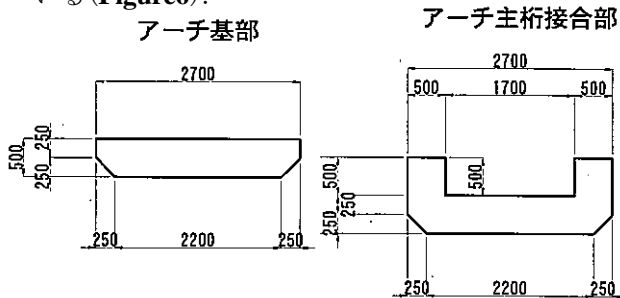


Figure6. Variable cross-section of the arch rib

4. バランスドアーチ構造の解析

2. (3) より、アーチを扁平にすることにより大きな軸力から、基礎に発生する強大な水平力に対し、斜材をつけることによる構造的な効果を確認するため、解析を行った。

(1) 解析方法

滝見橋を基本構造モデルとして、斜材の有無、アーチリブ両端の支持条件が固定、またはヒンジの 4 通りを解析した。

(2) 解析条件

荷重は自重のみ。アーチリブ両端は固定、斜材なしモデルの桁両端はヒンジ・ローラー支点。断面は、滝見橋を参考にする。

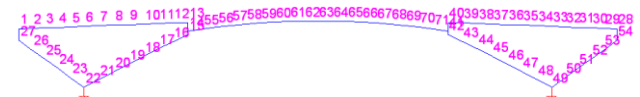


Figure7. Analysis model (The model is reinforced by the backstay and that is fixed support)

(3) 解析結果

Table1. Analysis results (Support reaction and section force)

支持条件(斜材)	支店反力			アーチ			斜材			中央		
	水平力(kN)	鉛直力(kN)	モーメント(kN・m)	軸力(kN)	剪断力(kN)	曲げ(kN・m)	軸力(kN)	剪断力(kN)	曲げ(kN・m)	軸力(kN)	剪断力(kN)	曲げ(kN・m)
固定(あり)	1638.32	1344.28	42.5	2094.6	170.64	287.75	407.93	236.71	330.25	1638.3	1.12	122.5
固定(なし)	1896.59	966.38	328.8	2120.1	189.62	328.8	-	-	-	1896.6	1.29	91.93
ピン(あり)	1624.25	1344.28	0	2091.4	173.63	0	415.9	230.48	0	1624.3	1.11	125.08
ピン(なし)	2028.73	959.75	0	2240.3	134.2	0	-	-	-	2028.7	1.38	-24.75

斜材を付ける事により、水平力を約 20% 軽減できるので、通常のアーチ構造よりもバランスドアーチ構造の方が合理的といえる。斜材ありの場合、支持条件を固定かヒンジにする事での数値的な違いはほぼなかった。

5. 造形検討

基本構造モデルを決定するにあたって、模型検討を行った。最終決定モデル (Photo1) には、アーチリブを面取りしたモデルが採用され、ハンチと張出床版 (Photo2) による影を利用する事で見た目が薄くなり、洗練された印象になった。滝見橋は水平力への対策とデザインによりコンパクトな橋体となった。



Photo1. Model of Takimi bridge



Photo2. Cross-section of the center span

6. まとめ

本論文のまとめを以下に示す。

- ①アーチ構造は扁平になるにつれて、軸力と曲げモーメントが大きく作用する。
- ②バランスドアーチ構造の斜材の効果について、通常のアーチ構造に比べ約 20% の水平力をキャンセルしている。
- ③バランスド扁平アーチ構造はその構造合理性から、コンパクトな橋体のデザインが可能である。

7. 参考文献

[1] 土木学会構造工学委員会：コンクリート長大アーチ橋の設計・施工技術の現状と将来  
 [2] パシフィックコンサルタンツ：平成 24 年度 白糸の滝橋梁詳細設計業務 第 4 編 上部工設計計算書