

過大な偏心荷重が作用する鋼アーチ橋における安全性の検討

福岡大学	学生会員	○松隈	優太
福岡大学	正会員	下妻	達也
福岡大学	正会員	大隣	昭作
福岡大学	正会員	渡辺	浩

1. はじめに

アーチ橋は、自重を圧縮力のみで支えることができるため、理論的に曲げモーメントがほとんど発生しないという特徴を持つ。鋼材は圧縮に強く比強度が高いため、この特徴を生かした鋼アーチ橋は、部材の断面を薄くすることで軽量化が可能であり、昔から各地で多く採用されてきた。とりわけ山間部の谷を跨ぐ橋梁では支点部に作用する大きな反力を強固な地盤で支持できるため上路アーチ橋が好んで用いられてきた。

一方で、近年の日本では地震や大雨による土砂崩れが多く発生しているが、写真-1のように谷を跨ぐ橋梁では背後に崖が見られる例が多く、その崩壊により意図しない過大な外力が作用する可能性がある。この場合、アーチ橋であれば弱点である過大な偏心荷重が作用することになり不安定になる危険性も考えられる。そこで本研究では、あえて過大な偏心荷重を作用させた鋼アーチ橋の挙動を解析することにより、各部材の安全性を検討することを目的とする。



写真-1 背後に崖がみられる橋梁のイメージ



写真-2 旧阿蘇大橋 (写真提供：有尾一郎氏)

2. 解析モデル

解析モデルには、写真-2のような上路式トラス逆ランガー桁橋の旧阿蘇大橋を用いる。橋長 205.960m、主径間 132.266m、総幅員 8.8m で、主に SS400 が使用されている。

これを図-1のように骨組要素でモデル化した。材料特性はヤング係数を 205,000N/mm²、降伏応力度 235N/mm² で二次勾配が 1/100 のバイリニアとしている。拘束条件は図-2のようなヒンジ支点としている。荷重は全幅員に均等に土砂荷重が作用するものとし、図-2のような3ケースを想定とし、土砂の堆積高さを積載される土砂の荷重がそれぞれで等しくなるよう CASE1 で 1.0m、CASE2 と 3 で 2.0m とした。土砂の単位体積重量は 1.6t/m³ とする。その結果、荷重の総和は L 荷重の概ね 2.7 倍に相当する。解析には汎用 FEM プログラム ANSYS 19 を用いた。

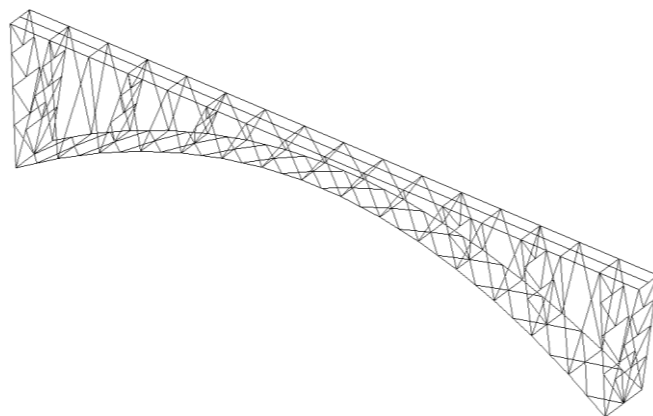


図-1 解析モデル

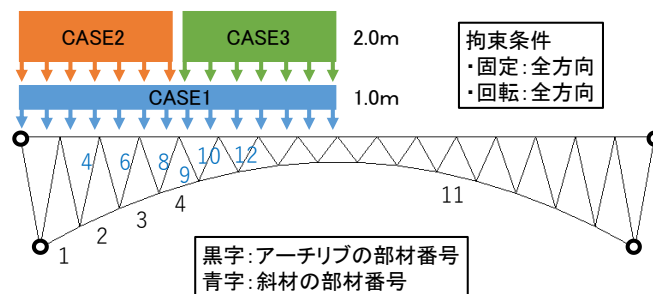


図-2 解析条件と部材番号

キーワード 鋼アーチ橋

連絡先 住所：福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 番号：092-871-6631 内線 6465 FAX：092-865-6031

3. 結果と考察

(1) 変形と応力

図-3 は CASE1 における変形と応力を図化したものである。なお、変形は 100 倍で表している。これより、荷重側にやや大きな変形が生じていること、荷重側の一部の部材に大きな応力が生じていることがわかる。

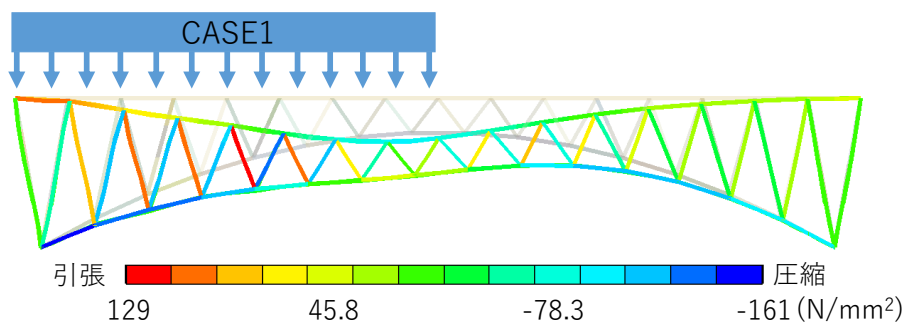


図-3 CASE1 における変形と応力

(2) 部材に発生する応力

図-4 はアーチリブと斜材のうち各 CASE で特に応力が大きかった部材について軸応力度と曲げ応力度の別に表示したものである。これらよりアーチリブと斜材ともに曲げ応力よりも軸応力が大きく作用していることがわかる。

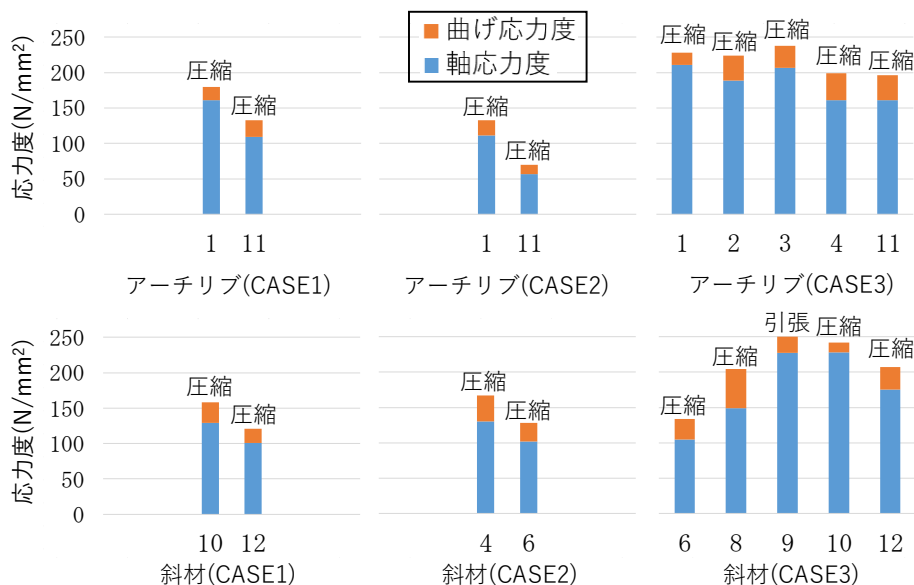


図-4 各 CASE でのアーチリブと斜材の軸応力度と曲げ応力度

表-1 はこれを数値で取りまとめたものである。なお圧縮部材では座屈の影響を考慮するため、細長比を用いて降伏応力から割り引いて求めた座屈応力度と比較している。その結果、アーチリブでは CASE3 のみが応力度を超えていた。また超えてはいないが CASE3 ではアーチに特有の挙動により荷重された逆側の 1/4 点に近い部材 11 付近の応力も大きくなった。一方、斜材ではどの CASE でも荷重部分直下の部材が超えていた。その中でも特に CASE3 の斜材 10 は大きく、これにより CASE3 の斜材 9 にも過大な引張応力が作用していた。

4. まとめ

本研究の結果から、山間部にある既設の鋼アーチ橋では、災害に由来する過大な偏心荷重が作用することで危険になる部材が現れることがわかった。そのため、背面に崖が見られる橋では、その対策を検討すべきであることがわかった。

表-1 各 CASE での最大応力が生じる圧縮部材の応力度 (N/mm²)

CASE	部材	軸応力度	曲げ応力度	軸+曲げ 応力度	降伏・座屈 応力度	判定
1	アーチリブ 1	-161	-19	-177	-204	○
	アーチリブ 11	-109	-24	-133	-209	○
	斜材 10	-129	-29	-159	-139	×
	斜材 12	-101	-20	-120	-159	○
2	アーチリブ 1	-111	-22	-132	-204	○
	アーチリブ 11	-57	-13	-71	-209	○
	斜材 4	-130	-37	-166	-103	×
	斜材 6	-102	-26	-128	-136	○
3	アーチリブ 3	-207	-31	-238	-206	×
	アーチリブ 1	-211	-17	-225	-204	×
	アーチリブ 2	-189	-35	-224	-206	×
	アーチリブ 4	-161	-38	-198	-207	○
	アーチリブ 11	-161	-35	-197	-209	○
	斜材 10	-228	-14	-241	-139	×
	斜材 12	-175	-32	-207	-159	×
	斜材 8	-145	-55	-203	-158	×
	斜材 6	-106	-29	-135	-136	○
	斜材 9(引張部材)	227	26	253	235	×