

I - A287

構造形態に対する視覚的な力の流れの認識に関する考察

大日コンサルタント 正 員 ○坂野 貴弘
中部大学工学部 正 員 塩見 弘幸
同上 フェロー 山田 善一

1.はじめに

橋梁の形態美を表現する一つの方法として、「力の流れが明確に見て取れる形態は美しい。」という考え方がある¹⁾。遠景より骨組み構造を見る場合、工学的な力の流れと視覚的な力の流れは比較的一致するという報告はあるが²⁾、中景における橋梁部材についての研究は現在のところほとんどない。

そこで本研究では、人が橋梁の形態に対し「力の流れ」を視覚心理的に認識しているかどうか、「力の流れ」に関する構造工学的な側面と視覚的な側面との関連性の有無を検討することを目的としている。

ここで、構造工学的な「力の流れ」とは Von Mises の等価応力より算出した応力値の分布であり、感性工学的³⁾な「力の流れ」とは人の眼球運動の視線移動または注視と定義する。

2.「力の流れ」の工学的検討

構造工学的な側面から応力の流れを調べるために、有限要素法構造解析プログラムの NASTRAN(MSC 社製)を使用し「力の流れ」の工学的検討を行った。

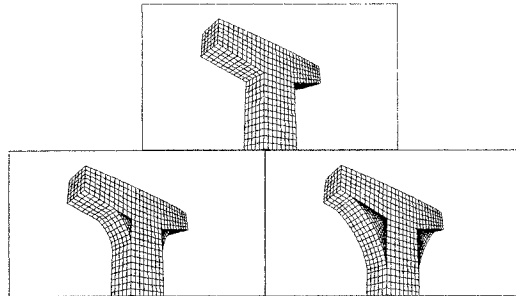


図-1 解析モデルの例

具体的には高速道路等によく見られる高架橋の T 型橋脚をモデル化してメッシュに分割し(図-1)、数値解析を行なうことによりその応力状態を求めた。その際、設計変数として隅角部にアールを設け、アールの無いモデルを基本とし、他にアールの終始位置が異なる A、B モデル 2 種類をそれぞれ 6model、合

計 13model について解析を行なった。

3.「力の流れ」の視覚的検討

一方、感性工学的(視覚的)な側面より人間の眼球運動に着目し、アイマークレコーダーによる実験を行い、構造形態に対する視覚的要素の数値化を試みた。使用したモデルは NASTRAN でモデリングをしたものの中からアール部分の変化がはっきりと認識できる 7model を選出した。被験者にはアールの無いモデルから徐々にアールが大きくなるモデルを 1 回目は単なる図形として自由に見せ、2 回目は橋脚であるという情報を与え「力の流れ」が伝わることをイメージして見てもらった。また、被験者は裸眼で十分な視力を持つ男女をそれぞれ 15 人、合計 30 人を対象としている。

4.解析及び実験結果

橋脚モデルは便宜上、図-2 に示すように各エリアごとに分割して考察を行った。

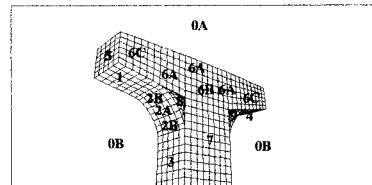


図-2 橋脚モデルのエリア分割

解析結果としてアールによる応力値の変化が最も顕著に現れたのはエリア 8、9 それぞれのアールに隣接した部分で、A Model は 8 メッシュ、B Model は 16 メッシュを対象としている。図-3 は A、B Model について各モデルごとの応力値の変化をアールの变化で示したものである。メッシュ番号 1 は橋脚上部に近く、番号が増加するのに伴い橋脚下部に近くなる。どちらのモデルも隅角部に近いメッシュの応力値が高く、特にアールが小さいモデルにその傾向が見られる。アールが大きくなるのに伴い応力値が減少しており、アールが応力緩和に活かされている。

橋梁景観 デザイン 感性 力の流れ

中部大学工学部土木工学科 (〒487 春日井市松本町1200 TEL 0568-51-1111 FAX 0568-52-0134)

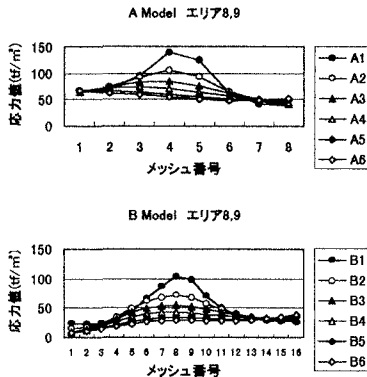
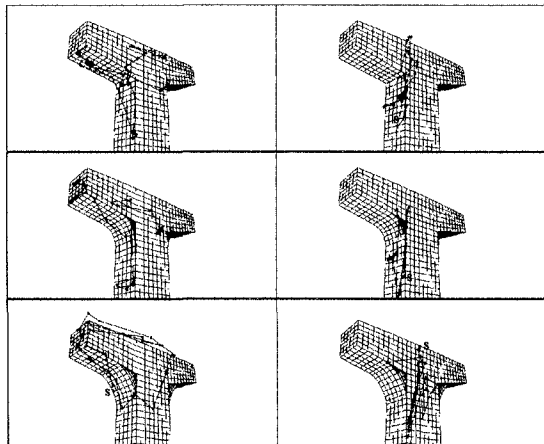


図-3 隅角隣接部における応力値の変化

一方、眼球運動の実験結果として図-4 は被験者の軌跡変化をイメージの違いで比較した一例ある。図形として見たモデルに対し被験者は自由な軌跡をたどっており、また隅角部に設けたアールにも比較的に視線移動、注視が起きている。一方、橋脚として見たモデルに対しては「力の流れ」を自分なりのイメージで追っている様にも見え、橋脚上部から下部へと向かう上下方向の眼球運動が起きている。また、アール部分への注視は図形として見たモデルと比べると減少している。



〈図形として見たモデル〉 〈橋脚として見たモデル〉

図-4 イメージの違いによる軌跡変化の例

5. 構造工学的側面と視覚的側面の関連性

図-5 は隅角部に設けたアール全体の注視時間と応力値との関連性を比較したものである。応力値はアールが徐々に大きくなるのに伴い、応力緩和が発生するので全体的に減少の傾向が見られる。一方、注視時間も多少のばらつきはあるが全体としてアールが大きくなるのに伴い、同様に減少の傾向が見られ、

この結果より、隅角部に設けたアールに関しては、人が「力の流れ」を認識しているとも考察できる。

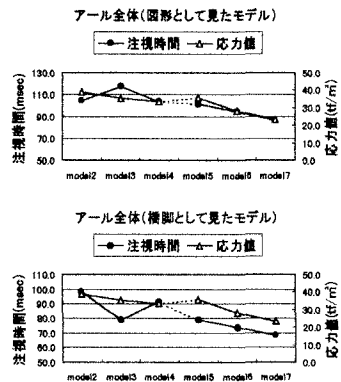


図-5 アール全体における関連性

また、構造工学的な応力の流れを単純化すると図-6 のようになる。これと図-4 に示した視覚的な力の流れ（橋脚として見たモデル）を比較すると、両者の間にはある程度の関連性が見られる。

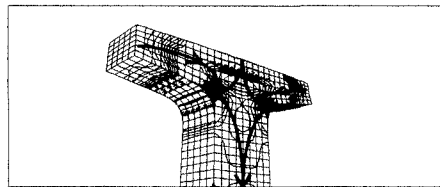


図-6 解析から得られた応力の流れ

6. まとめ

今回は中景として橋梁部材を見た場合の一例として橋脚を取り上げた。総合的には応力の流れと視覚的な力の流れの間には、ある程度の関連性が見られる。しかし、それが応力の流れに従って人の視線が移動したのか、或いは隅角部が単にアイ・ストップの役目を果たしたのかは今回の結果からは明確に判定できない。また、アイ・ストップの問題は重要なテーマであるため、他の形態などでさらに詳細な研究が必要である。さらに、印象の違いが視覚心理に影響を与え、眼球運動に変化が現れることは今回の実験より確認されたため、この点も踏まえた上で今後の課題とすれば眼球運動による「力の流れ」の定量的評価もより精度の高いものとなり得るであろう。

【参考文献】

- 1) 阿部哲子、石井信行、藤野陽三、阿久津正大：「視覚的に力の流れを認識する橋の形に関する研究」土木学会 構造工学論文集 Vol.42A, pp.471~480, 1996.3.
- 2) 酒井克仁：「斜張橋・吊橋と視点場」中部大学大学院 修士論文、1994.2.
- 3) 長町三生：「感性工学」海文堂出版、pp.22~23、1989.11.