

第 I 部門

地盤中に設置され水平変位を受ける変断面カルバートの力学挙動に関する模型実験

大阪大学 学生員 ○若松 裕
 大阪大学 正会員 常田 賢一
 大阪大学 正会員 小田 和広
 ヒロセ株式会社 正会員 渡辺 恵二

1.はじめに

道路盛土の下を別の道路や河川が横切の場合、カルバートが設けられる。それらの代表的な形式としては、矩形断面を持つボックスカルバートや逆U字型断面を持つアーチカルバートが挙げられる。近年それらとは別に変断面カルバートが開発されている。その代表であるコンスパンカルバート¹⁾は、高い安全性・生産性とアーチ形状による建造美からカルバートだけでなく短スパン橋梁の代替技術として実績を伸ばしつつある。しかし、その耐震性についてはまだ不明な点が多い。本研究では耐震性を検討する第一段階として、コンスパンカルバートの模型を埋め込んだ模型地盤に様の水平変位を加え、その時のコンスパンカルバート模型の力学挙動を解明することを目的としている。

2.コンスパンカルバートの構造

コンスパンカルバート²⁾は、図 1 のように基礎(下部工)とアーチボックス(下部工)、ウィングウォールおよびヘッドウォールから構成されている。本体部分であるアーチボックスは、基礎上に設けられたキーウェイ(凹部、深さ 0.15m)に設置される。そして、その隙間にモルタルなどのグラウト材を充填することにより固定されている。設計上、この構造は剛結ではなくヒンジとみなされる

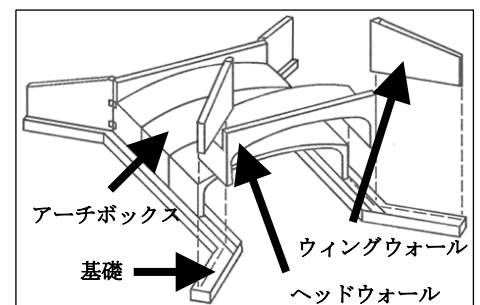


図 1 コンスパンカルバートの構造

3.実験模型

アルミニウムによるコンスパンカルバート模型を用いた。模型の大きさは、大型せん断試験機に合わせ 1/60 とした。

写真 1 はカルバート模型の脚部を示している。脚部両側には L 字型の金具がついている。基盤側にも、図 2 左の矢印に部分にアルミニウムの小片がついている。カルバート模型を基盤の上に置き、それぞれの金具を両側からリン青銅板(図中赤色)で押さえ込む。(図 2 中央、右)そして、リン青銅板、カルバートの L 字型金具、基盤の金具をそれぞれ接着する。エポキシ系接着剤によって接着する。これにより、変位を固定する一方、回転を自由にすることを試みている。つまり、設計上の条件であるヒンジの再現が出来るものとする。リン青銅板にはひずみゲージが付着されており、これによってカルバート脚部の水平反力を計測することを試みている。表 1 は材料の物性を示している。



写真 1 模型脚部

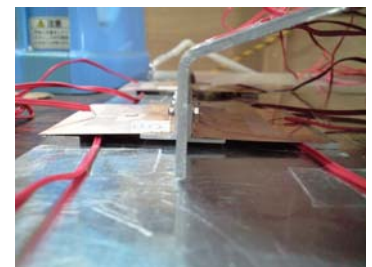


写真 2 脚部の固定

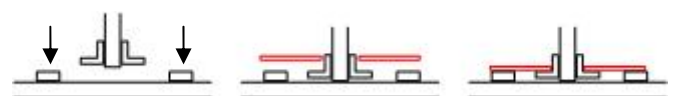


図 2 脚部固定の模式図

表 1 模型の材料物性

	単位体積重量 $\gamma (N/mm^3)$	ヤング係数 $E (N/mm^2)$	ポアソン比 ν
アルミニウム	2.67×10^{-5}	7.19×10^5	0.3
リン青銅板	8.8×10^{-5}	1.10×10^5	0.3

次頁図 3 はカルバート模型に付着させたひずみゲージの位置を示している。

4.大型せん断試験機

図4は実験に用いた大型せん断試験機を示している。せん断土槽は20段のせん断リングによって構成されている。このうち上10段を固定し、下10段を左方向に1mm/minの速度で10mm押すことで、相対的にカルバート模型に右方向の水平変位を与えることが出来る。模型地盤は、相対密度が約45%になるように豊浦標準砂を空中落下法によって作製した。カルバート模型の最小土被り厚さは、実地盤で0.6mとなるように10mmとした。

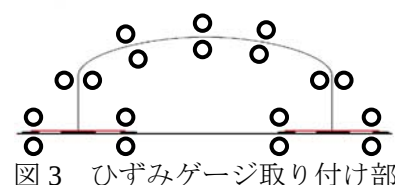


図3 ひずみゲージ取り付け部

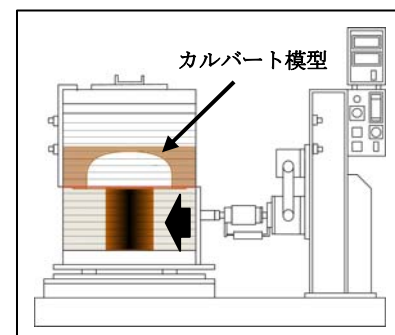


図4 大型せん断試験機

5.実験結果

表2および3は、それぞれカルバート模型およびリン青銅板における軸力と曲げモーメントを示している。ただし、いずれも10mmの水平変位に達した時の値である。(それぞれ奥行き1mmあたりで算出している)表4はリン青銅板の軸力から計算された、カルバートの脚部における水平反力を示している。カルバートの軸力を見ても、左縦壁と左上および中央では正の値を取っている。つまり、水平変位を受ける側では引張となっている。中央では他よりも小さい値を取っており、その右側近傍で軸力の正負が入れ替わっていることが分かる。

表2 カルバート部分の軸力・曲げモーメント

	左端	左上	中央	右上	右端
軸力(N/mm)	1.73×10^{-1}	1.68×10^{-1}	7.47×10^{-2}	-2.15×10^{-1}	-8.27×10^{-1}
曲げモーメント(N・mm/mm)	2.38	4.66×10^{-1}	-3.74×10^{-1}	-5.16×10^{-1}	-8.43×10^{-2}

表3 リン青銅板の軸力・曲げモーメント

	左外側	左内側	右内側	右外側
軸力(N/mm)	-1.10	-8.80×10^{-2}	-2.51×10^{-1}	-7.15×10^{-2}
曲げモーメント(N・mm/mm)	-8.03×10^{-4}	5.32×10^{-3}	-3.42×10^{-3}	3.35×10^{-3}

表4 脚部のせん断力

	左脚部	右脚部
せん断力(N/mm)	1.01	1.80×10^{-1}

図5はカルバートに働いている曲げモーメントを示している。左縦壁と左上では正のモーメントが発生し、内側に

凸の向きに変形を生じさせる。反対に頂点を含めて右側では負のモーメントが働き、外側に凸の向きに変形を生じさせる。リン青銅盤を用いて脚部のヒンジを再現したが、そのひずみからカルバート脚部に働く水平反力を求めることが出来る。

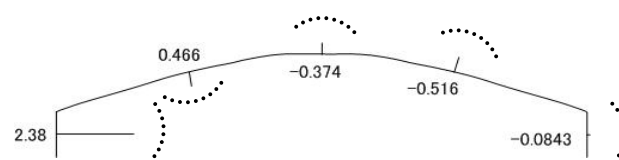


図5 曲げモーメント図(Nmm/mm)(内側が正)

6.まとめ

本論文では、水平変位を受ける地盤中に設置されたカルバート模型の力学挙動を実験的に明らかにしようとした。主な知見をまとめると以下の通りである。**1)**カルバートの軸力は、水平変位を受ける側(中央を含む左側)では引張、反対側では圧縮になった。**2)**モーメントを算出することで変断面カルバートは横からの地盤変位を受けた時、アーチ部分にS字形の変形が生じることが分かった。つまり水平変位を受ける側では内に凸、頂点より手前で入れ替わり、反対側では外に凸の変形が生じる。**3)**今回用いた脚部の再現方法でカルバート脚部の水平反力を求め、今後の研究で用いることができる。

今後は、引張軸力による脚部の挙動を、さらに詳しく検討する必要がある。また、静的実験、振動台を用いた動的実験などを通じて、地震時の挙動・耐震性についてより詳しく正確に検証していきたい。

参考文献

- 1) ヒロセ株式会社 「コンスパン工法」 カタログ
- 2) 補強土ネットサービス HP コンスパン工法 施工関連 <http://www.hokyodo.jp/>