

アーチカルバートの効率的な設計法について

日本道路公団 西条工事事務所 正○長 尾 哲
 // 高松建設局 宮崎 秀幸
 // 西条工事事務所 伊藤 正人

1. はじめに：カルバートの設計法は、日本道路協会道路土工・擁壁・カルバート・仮設構造物工指針あるいは、日本道路公団設計要領第二集に示されているが、これらの要領が作成された時点が土被りの薄いカルバート建設が主であった時代であったため、現在のように山岳道路建設が多くなり、土被りの大きなカルバート建設が多くなると、設計法そのものに不合理と思われる点が現れてくる。そこで、高盛土下におけるアーチカルバートの設計法が現実的な目で見た時、かなり不経済な設計法であることに着目した著者らは、松山自動車道いよ西条～小松間の5本のアーチカルバートの設計にあたり、設計法の合理的な見直しを行い、工事発注の準備をしているのでここに発表するものである。

2. アーチカルバートの設計法に関係する諸要因： アーチカルバートの設計に際し、考慮に入れるべき主たる事項は以下のとおりである。

断面応力度の計算方法、カルバートの形状、鉛直土圧係数、水平土圧係数、部材の最小厚さ。また、これら以外の事項には、盛土の単位体積重量、活荷重、コンクリートの単位体積重量、鉄筋のかぶり、目地間隔などがあげられる。

ここで著者らがまず注目したのは、断面応力度についてである。中でも現在の設計要領では、『側壁およびアーチ部の軸力は考慮に入れ、底版では軸力を考慮に入れなくてもよい』という点についてである。そこで今回の検討にあたり、底版を含む全部材に軸力と曲げモーメントが作用するものとし、これと合わせて、施工性を考慮に入れカルバートの形状に若干の変更を加え、応力の流れが良くなる形状をとることとした。

このようにして、断面形状を数種類変化させて検討してみたものが図-1である。

	① D=10.8m	② D=11.0m	③ D=10.8m	④ D=10.4m
横断面図				
縦断面図				
断面積入 (㎡)	54.8	58.8	54.1	54.2
考 察	底版部の埋戻し方法に配慮を要する	頂版部が厚いため鉛直土圧が大きくなると断面応力度の増加率が大きくなる	鉄筋の加工がやや難しい	不均等荷重に弱い構造物である壁わく・鉄筋の組立作業が難しく掘削がふえる
総合評価	○	○	○	△

図-1 アーチカルバート断面形状比較検討

この場合、鉛直土圧係数は設計要領の値を用い、鉄筋のかぶりについては考慮していない。

前述したように、今回の設計の目的は、現在の設計要領を見直し、より合理的なアーチカルバートの設計法の検討を行うものであることから、水平・鉛直土圧係数、部材の最小厚さについても検討を加えた。

カルバートに作用する水平土圧係数の係数は、一般に静止土圧係数だと考えられている。ところで、静止土圧係数 K_0 は、 $K_0 = 1 - \sin \phi$ とみなされているが、土質によりこの値は異なることとなる。さて、一般の土砂として $\phi = 30^\circ$ を考えると、 $K_0 = 0.5$ となるが、現在の設計要領では $K_0 = 0.6$ となっている。アーチカルバートはボックスカルバートにくらべ、水平土圧の変動が部材断面力におよぼす影響が大きいので、水平土圧係数にある幅をもたせ、 $K_0 = 0.4 \sim 0.6$ とし、この範囲内のどの値であっても安全度が確保できるように設計するのが、バランスのとれた設計法と考えられる。

また、カルバートに作用する鉛直土圧の大きさは、土被り厚に比例せず指数関数的に増加することが知られている。ところで、図-2は鉛直土圧係数と土被り厚をカルバートの幅で除した値との関係を示したものであり、この中にAASHOの規定値と設計要領で示されている数値とが示されている。実測値が少ないため断定はできないが、AASHOの規定値を用いた方が安全サイドにあると考えられる。さらに、部材の最小厚さについてであるが、かぶりの考え方としては、土木学会の「コンクリート標準示方書」に示されているひびわれ幅の考え方が合理的であるので、構造物の安全性を考慮に入れ、土木学会の「コンクリート標準示方書」を準用することとする。また、部材の最小厚さとしては、許容応力度を満足する部材厚さとした。

すでに述べたように、設計法は、その提案さ

れた時代に得られた知見をバックデータとし、ある割り切りのもとに提案されている。設計に用いられる種々の条件の中の、ある細目について着目し、見直しをする場合、全体のバランスを考えた見直しを行わないと、危険側の設計法となることがある。それは、例えば今回見直しをしたものが、断面応力度とカルバートの形状ということであったとすると、それらの条件については、より合理的な設計法に近づいた反面、鉛直土圧係数、水平土圧係数については、かなり危険側となる可能性もある。合理性と安全性という一見、相反するものを検討していった結果、結局は鉛直土圧係数等を含めた今回のような広範囲にわたる見直しが必要となったものであるが、現在この見直したアーチカルバートの設計法により設計を行い、工事発注の準備を行っている。

そして、さらに土被りが20mを超える高盛土下のアーチカルバートについては、設計法の発想を変えトンネルのような、ゆるみ土圧を考慮すること、すなわち人工的にゆるみ土圧を発生させる考え方を導入しより効率的な設計・施工法を現在検討中であり、それについても試験的に施工をしてゆく予定である。

3. おわりに： 今回の議論により明らかになった主たる点は以下のとおりである。

- 1) 底版部分の軸力を考慮に入れた応力度の計算を行い、これに合わせ応力の流れをスムーズにするようなカルバート形状に変更することにより、かなり合理的な断面形状とすることができる。
- 2) 人工的にゆるみ土圧を発生することにより、より効率的な設計・施工をすることが可能であることが判明した。

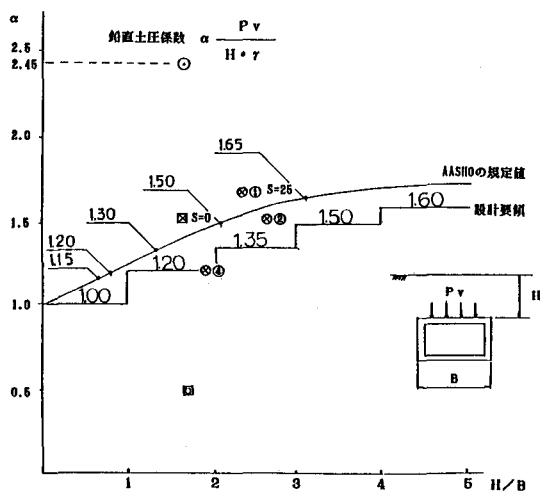


図-2 カルバートの鉛直土圧係数と設計要領
およびAASHOの規定値