

アーチカルバート設計におけるパラメトリックスタディ(その3)

(株)大林組 正会員 ○井上 昭生 伊藤 邦彦 西浦 秀明 阿山 泰久

1. はじめに

文献 4)に引き続き、同様のアーチカルバート設計に対して基礎地盤条件が不均一な場合についてその影響を定量的に調査し、有効な対策を提案するものとする。

2. 不均一な基礎地盤条件の影響

基礎地盤条件がアーチカルバート横断方向に不均一な場合について、部材断面への影響を確認するために、図-1 に示す条件を用いて試設計を行った。発生曲げモーメントと必要部材断面の比較を表-1 に示す。不均一な基礎地盤の剛性比が異なるほど曲げモーメントは増加することが確認され、組合せ-2 が最も不利であることがわかった。また、基礎地盤が不均一であっても、仮定したアーチカルバート断面形状の場合、 $\alpha E_0 \geq 200\text{MPa}$ の基礎条件では、その影響を考慮する必要が無く、最小の変形係数を適用して設計すれば十分安全であることがわかった(組合せ-3 と均一基礎-2 の比較による)。したがって、 $\alpha E_0=40\text{MPa}$ 程度の土砂地盤と軟岩のような堅固な地盤が基礎地盤として混在するような地盤条件では、部材断面を大きくするなどの何らかの対策が不可欠である。

そこで、部材断面を大きくすることは除いて、基礎地盤への補助工法として①杭基礎、②セメント安定処理等の地盤改良を対象に基礎地盤の変形係数をパラメータに、対策工の有効性・妥当性について検討を行った。

3. 補助工法の検討

(1) 杭基礎

基礎地盤が土砂地盤である場合の対策として杭基礎を適用して解析を行った。図-2 に示すように、杭はアーチカルバートにとって最も有効なと考えられる底版端部に一本ずつ配置した。その結果、アーチカルバートの発生断面力は低下し、対策工としての杭基礎の効果があることがわかった。しかしながら、今回のような大断面のアーチカルバートでは杭一本あたりの反力が大きくなり、土砂地盤が深さ方向に連続して分布すると想定すると、1本当たり 6,000kN 程度の鉛直

支持力を確保することが必要となる。このため、一本あたりの反力を低減すべく内側にさらに一列ずつの杭を追加した解析を行ってみたが、追加した杭はほとんど反力を分担しないという結果を得た。これは、通常の杭基礎のように、フーチングを剛体と仮定した設計と異なり、底版を弾性構造と評価したことに起因するものと思われる。以上から、コスト面、工期を考慮すると杭基礎の適用は有効な対策でないと考えられる。ただし今回は通常の杭基礎としての設計のみを行ったが、基礎地盤の状態によっては、底版下の地盤の支持力を期待するパイルドラフト基礎の適用により、杭基礎の経済性が確保できる可能性はある。

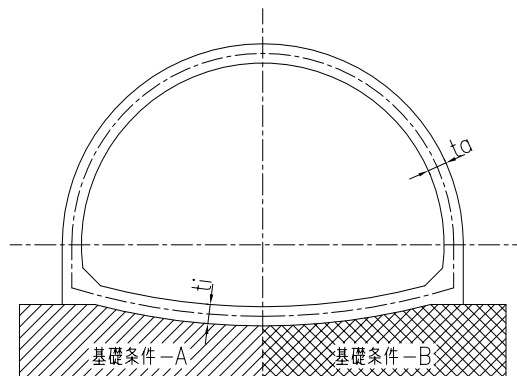


図-1 基礎地盤条件概略図

組合せ-1	$\alpha E_0=40\text{MPa}$	$\alpha E_0=200\text{MPa}$
組合せ-2	$\alpha E_0=40\text{MPa}$	$\alpha E_0=8000\text{MPa}$
組合せ-3	$\alpha E_0=200\text{MPa}$	$\alpha E_0=8000\text{MPa}$
均一基礎-1	$\alpha E_0=40\text{MPa}$	
均一基礎-2	$\alpha E_0=200\text{MPa}$	

表-1 不均一な基礎地盤条件の影響

不均一基礎 組合せNo.	発生最大曲げモーメント(kN・m/m)			必要部材厚	
	クラウン部	側部	底版中央	ta(mm)	ti(mm)
組合せ-1	1,112	-1,828	4,943	900	1,500
	主筋:D35@125	主筋:D41@125	主筋:D51・38@125		
組合せ-2	1,115	-2,204	6,785	900	1,500
	主筋:D35@125	主筋:D51@125	主筋:D51+41+38@125		
組合せ-3	844	-1,377	1,044	900	900
	主筋:D29@125	主筋:D35@125	主筋:D32@125		
均一基礎-1	1,135	-1,626	4,623	900	1,500
	主筋:D35@125	主筋:D38@125	主筋:D51+32@125		
均一基礎-2	1,104	-1,684	959	900	900
	主筋:D35@125	主筋:D41@125	主筋:D32@125		

・土被りD=5m、地表面載荷重20kN/m²
・アーチ部の地盤抵抗考慮

(2) 基礎地盤改良の範囲

基礎地盤を地盤改良して変形係数 $\alpha E_0=200\text{MPa}$ 程度を期待できる場合は、一般的な部材断面で設計できることは前述のとおりである。ここでは底版端部に配置された杭のみが反力のほとんどを分担するという(1)の結果を踏まえ、図-3 に示すような底版端部の部分的な地盤改良の効果について検討を行うべく試設計を行った。基礎を全面改良した場合と部分改良した場合の発生曲げモーメントの比較を表-2 に示す。表-2 に示すように、部分改良を適用した場合は全面改良した場合より発生曲げモーメントは小さくなり、図-3 のように部分的に改良するのみで十分な効果が得られ、全面を改良する必要がないことがわかる。

次に、表-1、図-1 に示した不均一な基礎地盤の組合せのうち、設計上最も厳しい条件である「組合せ-2」に対して、図-4 のような部分改良を適用した場合の発生曲げモーメントを表-2 に合わせて示す。結果として、不均一な地盤に対しても底版片側端部に地盤改良を適用すればその影響は解消されることがわかる。

以上から得られた部分改良適用の有効性は、コスト、工期を考慮する上で特筆すべきことである。また、底版端部の基礎地盤の条件は、設計する上で特に重要と考えられ、断面設計に及ぼす影響が大きいということがわかった。したがって、その条件設定に際しては十分な調査、検討が必要と考えられる。

4. まとめ

基礎の地盤条件が不均一な場合には特に注意が必要で、設計過程でその影響を慎重に検討しておく必要があることが確認された。また、特に底版端部における基礎地盤の変形特性の条件が及ぼす影響が大きく、その条件設定を適切に行う必要がある。本論文で検討対

象としたアーチカルバートが不均一な基礎地盤に着底する場合の留意点として以下のことが確認された。

- A) 文献 4) で述べた底版増し厚だけの対策では不十分である。
- B) 杭基礎は大断面アーチカルバートでは反力が大きくなり、その適用が難しくなる。
- C) 杭よりも面的に支持することのできる地盤改良は有効である。また基礎地盤全面の地盤改良は必要なく、底版端部のみに適用することにより、その効果を得ることができる。

基礎地盤が不均一な場合、対策が必要な地盤深さ、土質条件、施工上の制約を考慮し、工費、工期、施工性を勘案した総合的な検討から、最適な対策が選定されるに至るが、今回のパラメトリックスタディがその過程で役立つものとする。

参考文献 1) (社) 日本道路協会：「道路土工 カルバート工指針」,平成 11 年 3 月、2)東日本・中日本・西日本高速道路(株)：「設計要領第二集 カルバート編」,平成 18 年 4 月、3) (社) 日本道路協会：「道路橋示方書・同解説 IV下部構造編」,平成 14 年 3 月、4) 佐々木, 阿山ほか：「アーチカルバート設計におけるパラメトリックスタディ(その 1、2)」,第 62 回土木学会年次講演会,平成 19 年度(投稿中)

表-2 基礎部分改良の効果

不均一基礎 組合せNo.	発生最大曲げモーメント(kN・m/m)			必要部材厚	
	クラウン部	側部	底版中央	ta(mm)	ti(mm)
部分改良	1,019	-1,377	876	900	900
	主筋:D35@125	主筋:D35@125	主筋:D32@125		
不均一基礎上 の部分改良	861	-1,217	849	900	900
	主筋:D29@125	主筋:D32@125	主筋:D32@125		
全面改良	1,104	-1,684	959	900	900
	主筋:D35@125	主筋:D41@125	主筋:D32@125		

・土被りD=5m、地表面載荷重20kN/m² ・改良地盤の $\alpha E_0=200\text{MPa}$ とする
・アーチ部の地盤抵抗考慮

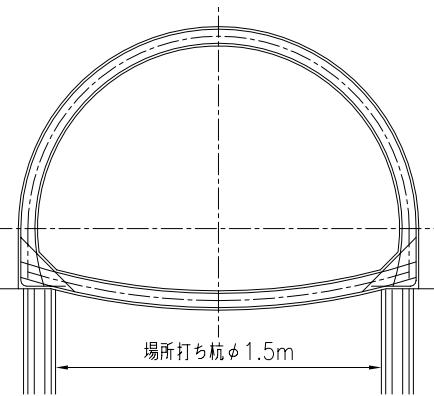


図-2 杭基礎概略図

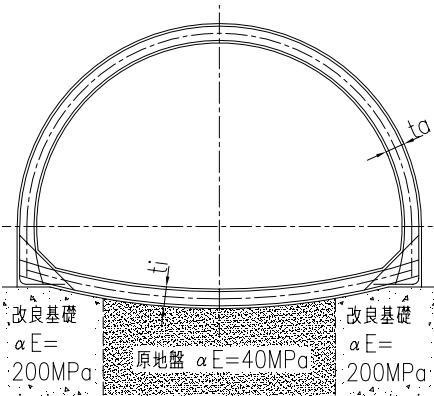


図-3 部分改良基礎概略図

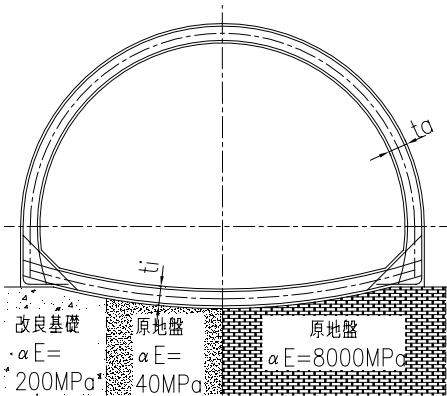


図-4 不均一地盤上の改良基礎概略図