

大断面4連アーチカルバートの施工(その2:支持地盤)

西日本高速道路(株) 枚方工事事務所 水野 希典

鹿島建設(株) 正会員 中野 計

鹿島建設(株) 正会員 ○坂梨 利男

鹿島建設(株) 正会員 山本 誠

1. はじめに

第二京阪道路国守工事では、アーチカルバートのアーチ形状により外力を部材軸方向圧縮力として伝達する特徴を利用し、大断面4連アーチカルバートの合理化を図っている。この構造物は、1ブロックが縦断方向15m、横断方向60mと広幅員という特徴から、横断方向の荷重バランスの変化(上載荷重、側面抵抗力、底盤反力)が躯体に与える影響が大きい。本報文では、設計時の想定と差異が生じる可能性がある支持地盤の変形特性に着目し、構造物の発生応力の変化、支持地盤の施工管理方法および試験結果について報告する。

2. 設計的特徴

設計では、段差のある埋戻しを行う計画であることから、偏荷重に配慮した検討により部材仕様を決定している。支持地盤の評価は、床付け地盤である砂層(Os2)の下部にN=20程度の粘性土地盤がほぼ成層に分布しており、床付けから深さ10m範囲の地盤の変形特性を考慮した地盤反力係数を設定している(図-1)。この4連アーチカルバートの設計的な特徴として、偏荷重を受ける広幅員のアーチ形状であることから、地盤反力係数の大小や地盤反力係数の横断方向の変化に対して、構造物の発生応力が大きく変化することが判っている。一例として、設計時(地盤反力係数 $K_v=14,000\text{kN/m}^2$)の断面力と、平板載荷試験結果を反映した見直時の場合(左側 $K_{vL}=7,500\text{kN/m}^2$ 、右側 $K_{vR}=7,000\text{kN/m}^2$)の断面力の比較を図-2に示す。設計時に比べ、見直時は、鉄筋の発生応力が $\sigma_s=178 \rightarrow 192\text{N/mm}^2$ に増加し、許容応力度を超えている。更に、別途実施した感度解析から、支持地盤の地盤反力係数が小さい場合に構造物に影響を与えるだけではなく、左右のばらつきが大きい場合にも影響を与えることが判った。

3. 掘削に伴う支持地盤の変形特性の変化

図-3に当該エリア内での掘削前後の標準貫入試験結果の比較を示す。床付け地盤付近(砂質土)のN値の低下が大きく $N=60 \sim 100$ から $N=13 \sim 22$ に低下している。また、粘性土のN値の変化は小さい。当該工事は、掘削深さ約20～25mであり、床付け地盤の掘削前の鉛直拘束圧は約 500kN/m^2 になる。掘削に伴う拘束圧の開放によりN値の低下が生じたと考えられるが、土質条件によりN値の低下度合いは大きく異なる。今回の試験結果から、洪積層でも堆積時期がさほど古くない地層で、砂質土(特に粒度が揃っており、マトリックスに細粒分が少ない)に掘削開放の影響が大きいと考えられる。

標準部アーチカルバート

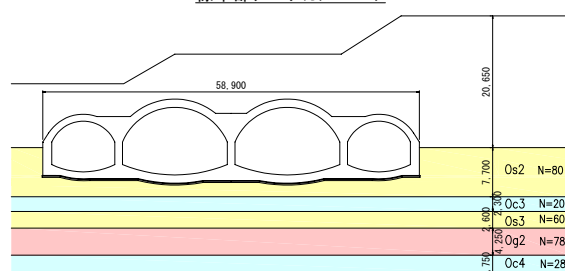


図-1 断面図

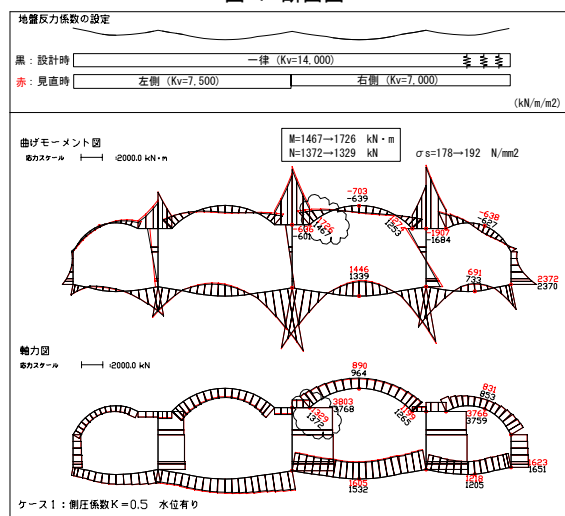


図-2 地盤反力係数の違いによる断面力比較図

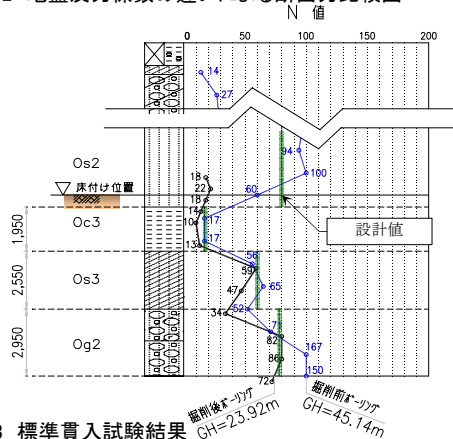


図-3 標準貫入試験結果

キーワード アーチカルバート, 支持地盤, 応力解放, キャスポル

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設(株) 土木設計本部 TEL03-6229-6652

4. 支持地盤の管理方法

本工事では、掘削に伴い床付け地盤のN値の低下が確認され、構造物の発生応力へ与える影響が大きいことから、施工に際して、支持地盤の変形特性に着目し、管理方法および管理基準値を設定した。以下に主な管理項目とその概要を示す。

(a) 平板载荷試験

1ブロックあたり横断方向2箇所の平板载荷試験を実施し、床付け地盤の変形係数および横断方向のばらつきを確認する。図-4に試験位置図を示す。管理値は、設計値とする。試験による変形係数が、設計値を下回る場合、図-7に示すように平板载荷試験結果を表層地盤の変形係数として、深さ10m範囲を考慮した地盤反力係数を2箇所それぞれに算定し、構造物の発生応力を確認する。

(b) 簡易支持力試験（キャスポル）

平板载荷試験による変形係数が局所的な特異値ではなく、左右の地盤の代表値として評価できているか、平面的な地盤の変形特性が事前に想定したばらつきを満足しているかを確認する目的で、簡易支持力試験によって変形係数の分布を確認する。管理値は、事前土質調査から変形係数の標準偏差（ 1σ ）を算出し、地盤反力係数を横断方向に4つの範囲に $\pm 1\sigma$ 変化させて構造物の健全性を確認した上で、 1σ を管理値（ $1\sigma_a$ ）とした。試験は、床付け平面内に27箇所の簡易支持力試験を実施し、正規分布の確認を行った後、 1σ が $1\sigma_a$ 以内であることを確認する（図-5）。

5. 支持地盤試験結果

試験結果の1例を表-1に示す。平板载荷試験では、2箇所の変形係数が簡易支持力試験で算定された $1\sigma_a$ 以内であり、支持地盤の代表値として評価できているものの、設計値より小さいことが判った。また、簡易支持力試験では、 1σ が $1\sigma_a$ 以内であり、所定の床付け地盤のばらつきを満足することが判った。そこで、平板载荷試験結果を反映した地盤反力係数を再設定し、構造物の構造照査を実施し、許容応力を満足しない場合は必要な対策を実施した（図-7）。次に、全ブロックでの簡易支持力試験と平板载荷試験結果との比較を図-6に示す。簡易支持力試験から求めた変形係数は0s3層ではばらつきが大きいものの、その他の土層では簡易支持力試験が変形特性を十分に精度良く再現することが判る。

6. まとめ

以上、国内初となる大断面4連アーチカルバート工事について、支持地盤の地耐力だけでなく、変形特性の影響に配慮した支持地盤の管理手法について報告した。本工事では、床付け地盤は掘削に伴う応力開放による変形特性の低下が確認され、その影響を構造物の応力照査に反映した。また、床付け地盤のばらつきの管理方法として、簡易支持力試験を利用し、平板载荷試験の妥当性を確認するとともに簡易支持力試験が十分に地盤の変形特性を評価できることを確認した。今後、工事は完成に向け、変位計測・応力計測を行いながら埋戻しを行っていく予定であり、引き続き品質の確保に努めていく。

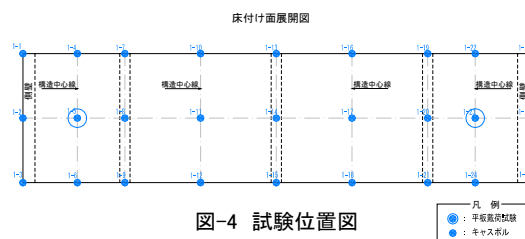


図-4 試験位置図

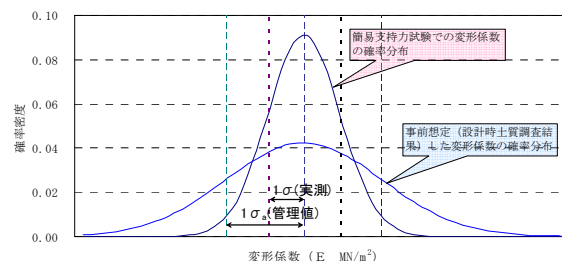


図-5 地盤ばらつき評価方法

表-1 計測結果(1BL)

管理方法	計測値		管理値 (設計値)
	左側	右側	
平板载荷試験 E0(kN/m²)	52,201	34,100	224,000
簡易支持力試験 1σ(kN/m²)	3,980		32,000

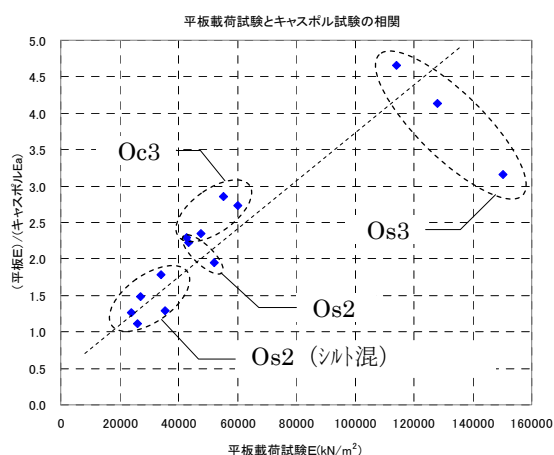


図-6 簡易支持力試験と平板载荷試験の相関

平板载荷試験の変形係数を適用		地盤反力係数 Kv 算出
Os2	αE=224000 kN/m²	
Oc3	αE=64800	
Os3	αE=168000	
Og2	αE=218400	
Oc4	αE=78400	

図-7 平板载荷試験結果の適用