

大河川が形成した扇状地における構造物基礎調査の事例

明治コンサルタント株式会社 ○半野弘樹, 宮田浩志郎, 黒郷純子, 嶋山英樹

1. はじめに

我が国は複雑かつ脆弱な地形地質を持ちながら、世界有数の地盤災害リスクを抱えている。的確な地質調査計画に基づき地質リスクの抽出・解析・共有化を図ることは品質及び信頼度の高い地質情報を得ることのみならず、構造物施工時の設計変更による公共工事費の大幅な増加を抑え我が国における効率的かつ経済的な社会資本整備に寄与する。高度経済成長期に活用された手法から移り変わり、「事後対応よりも予防保全」を主とした地質リスクマネジメントの必要性は日々高まっている^{1) 2)}。

本発表では道路橋の詳細設計に先立ち実施した構造物基礎調査において、①砂礫地盤における礫当りの影響を踏まえたN値の適正評価②各層の支持層検討③液状化判定・地下水状況を基に、地質リスクマネジメントを念頭に置きながら、設計・施工上の留意点を取りまとめた事例について報告する。

2. 調査地の地形・地質概要

図-1に調査地周辺の微地形図を示す。

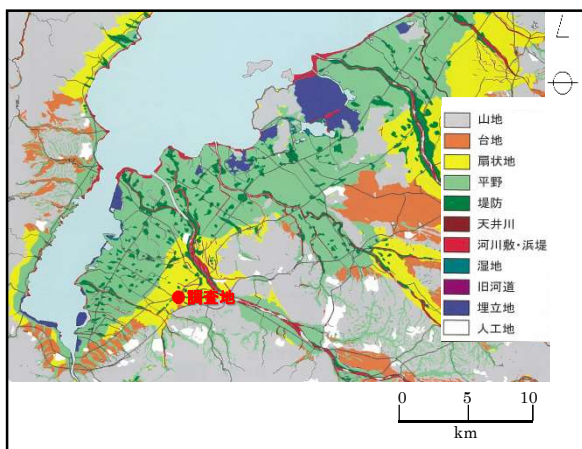


図-1 調査対象地周辺の微地形図³⁾

調査対象地周辺は琵琶湖を中央とし、周囲を伊吹山地・比良山地・鈴鹿山脈などに囲まれ、中央部が断層によって沈下した典型的な盆地の地形を呈している。盆地内には大小様々な河川がみられ、そのほとんどが琵琶湖に注ぎ込んでいる。本調査地が位置する湖南地域には野洲川や草津川などの河川が分布しており、特に野洲川(幹川流路延長約65km, 流域面積約387km²)は琵琶湖に流入する河川で最大の河川となっている⁴⁾。本河川は、花崗岩類からなる鈴鹿山地と古琵琶湖層群からなる丘陵地を流域に含み、谷の出口には大きな扇状地、河口付近には鳥趾状三角州が形成されており、約1000年間の間に、2~3kmもの陸地の前進が生じている。また、琵琶湖大橋以南の本地域では浜堤や内湖は発達していない。本調査地は、野洲川河

岸の扇状地～氾濫平野上に位置する。

本調査地において基盤岩類は中生代ジュラ紀の丹波帯付加コンプレックスのチャートからなり、この上位を不整合に第三紀鮮新世～第四紀更新世の古琵琶湖層群・段丘堆積物が覆い、その上位を沖積層(自然堤防堆積物、平野堆積物(三角州・氾濫・扇状地性堆積物)が覆っている。

3. 調査目的及び概要

道路橋の詳細設計に必要となる地盤情報を得るため、ボーリング9本、載荷試験、透水試験、PS 検層、土質試験を実施し、設計・施工上の留意点を取りまとめた。

4. 結果及び考察

(1) 地層について

図-2に本調査におけるボーリング結果及び既存資料から想定した地層模式断面図を示す。

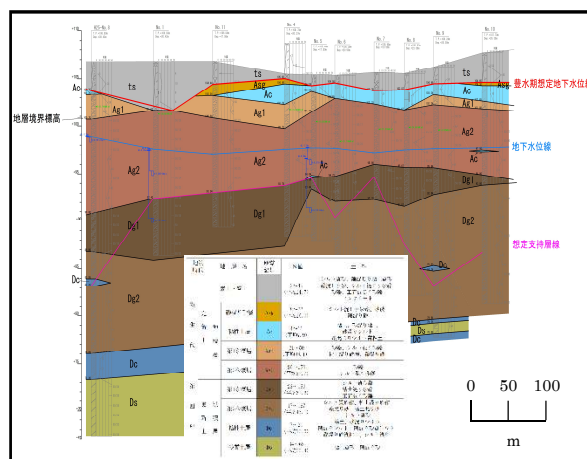


図-2 地層想定模式断面図

本調査区間には上位から、盛土(ts)及び沖積層である(Asg, Ac, Ag1, Ag2), 洪積層(Dg1, Dg2, Dc, Ds)が分布する。図-2中央上部には、砂、植物片を混入するAc層が広がり、以深、扇状地性の砂礫層(Ag1, Ag2)を主体とする。この砂礫層は、表層付近から深部まで同一の構成物(砂岩・頁岩・チャート礫、不均質な砂～シルト混じり砂)からなり、同一層内でも層相が変化するため、地層区分に当たっては、締めり具合(N値の分布)を重視して評価した。洪積層(Dg1, Dg2, Dc, Ds)はAg2層下に砂礫層(Dg1, Dg2)を主体として分布する。沖積層と洪積層の境界について、褐色の色調を呈し、砂岩、泥岩、火成岩の風化礫の混入がある地層を洪積層と区分した。Dc, Ds層の主体層はDg2層下に分布すると思われるが、2箇所のみ確認となったため(図-2), 分布状況の詳細については不明である。

(2) N値の適正評価について

本調査地は砂礫地盤主体であり、礫当たりによるN値の過大評価の可能性が考えられたため、その内訳を5cm

区間毎に記録し、礫当たりの影響が考えられる箇所については、コア観察を行ったうえで補正を行った(図-3)。地層毎のN値の集計・評価にあたっては、補正後のN値を用いた。

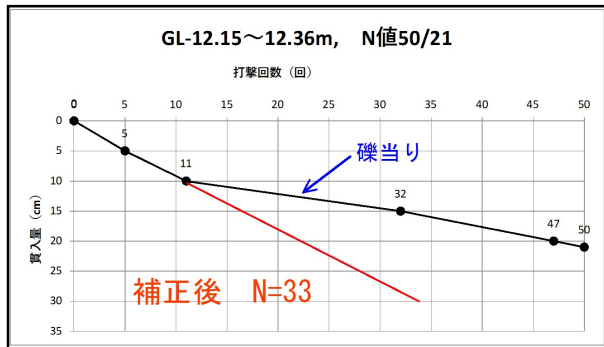


図-3 N値 打撃貫入曲線例

(3)支持層の評価について

本調査地の支持層としては、Dg1層、Dg2層を合わせて、 $N > 30$ 回、層厚5m以上の条件を満たす範囲を支持層上端と設定した。また、No.9地点においては、Dg1、Dg2層ともに $N > 30$ 回が連続しなかったため、Dg2層と以深に分布するDs、Dc層を併せて支持層として提案した。(図-2)

(4)液状化判定について

道路橋示方書・同解説V耐震設計編⁵⁾に従い検討を行った。図-4に液状化検討の土質判定フロー図を示す。

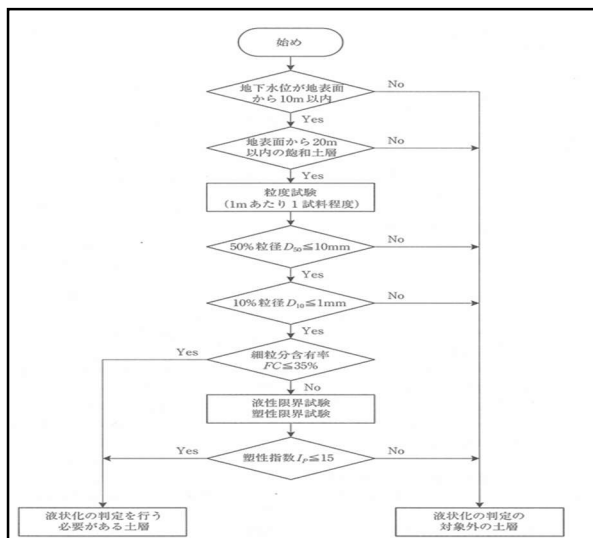


図-4 液状化検討の土質判定フロー図

①液状化判定対象土層については、盛土層(ts)、沖積層(Asg, Ag1, Ag2)について液状化判定の対象土層とした。②耐震基盤面の設定については、PS 検層結果及び標準貫入試験結果より、本調査地における耐震基盤面を洪積層の上面と設定した。③地域別補正係数について、対象地は「A2」に区分され、レベル1、レベル2(タイプI、タイプII)のいずれの場合でも1.0を用いた。④液状化の判定の計算に用いるFC、D50は、土質試験値を用いて、H25-No.8地点については過年度報告書での設定値を用いた。⑤地下水条件の設定について、ボーリング掘削時に確認された地下水位を採用した。また、本調査期間が冬季の渇水期中で

あったため、Ag層の液状化の有無確認を目的として、豊水期における想定地下水位を沖積層上面に設定し(図-2)、合わせて検討した。表-1に結果一覧を示す。

表-1 地層別液状化判定結果一覧表【調査区間全体】

通常					地下水位修正				
地層名	液状化検討対象土料	FL<1の試料	レベル1		地層名	液状化検討対象土料	FL<1の試料	レベル1	
			FL値範囲	DE値範囲				FL値範囲	DE値範囲
ts	0	0	-	-	ts	-	-	-	-
Asg	0	0	-	-	Asg	-	-	-	-
Ac	0	0	-	-	Ac	-	-	-	-
Ag1	0	0	-	-	Ag1	7	0	1.798~347.900	-
Ag2	24	0	1.783~222.934	-	Ag2	54	0	1.358~20916.99	-
地層名	液状化検討対象土料	FL<1の試料	レベル2-タイプI		地層名	液状化検討対象土料	FL<1の試料	レベル2-タイプI	
			FL値範囲	DE値範囲				FL値範囲	DE値範囲
ts	0	0	-	-	ts	-	-	-	-
Asg	0	0	-	-	Asg	-	-	-	-
Ac	0	0	-	-	Ac	-	-	-	-
Ag1	0	0	-	-	Ag1	7	2	0.599~83.496	2/3~1
Ag2	24	9	0.594~53.504	1/3~1	Ag2	54	7	0.353~5020.078	1/3~1
地層名	液状化検討対象土料	FL<1の試料	レベル2-タイプII		地層名	液状化検討対象土料	FL<1の試料	レベル2-タイプII	
			FL値範囲	DE値範囲				FL値範囲	DE値範囲
ts	0	0	-	-	ts	-	-	-	-
Asg	0	0	-	-	Asg	-	-	-	-
Ac	0	0	-	-	Ac	-	-	-	-
Ag1	0	0	-	-	Ag1	7	2	0.662~104.370	2/3~1
Ag2	24	8	0.545~68.88	2/3~1	Ag2	54	6	0.337~8275.097	2/3~1

沖積層について液状化の検討を行った結果、通常の水位では、Asg、Ac、Ag1層は地下水位で浅い位置に位置しており、液状化対象外の地層となった。Ag2層については、レベル1地震動では $FL > 1.0$ (液状化しない)を示す結果となるものの、レベル2地震動では、局所的に $FL < 1.0$ (液状化する)を示す結果となり、 N 値=30以下の緩い部分では液状化の発生する可能性が高い地盤と評価された。地下水位の上昇を考慮し、沖積層上部まで地下水があがった場合、Ag1層、Ag2層ともに、レベル1地震動では $FL > 1.0$ (液状化しない)を示す結果となるものの、レベル2地震動では、局所的に $FL < 1.0$ (液状化する)を示す結果となった。

5. 設計・施工上の留意点

①支持地盤については、支持地盤の出現標高が最大11mの差を有した。②地下水位については、最も地下水位が低下している時期と考えられることから、施工時期が6~8月の豊水期にかかるのであれば、事前に地下水位を確認されることが望まれる。③沖積層上部まで地下水があがった場合にはAg1層、Ag2層ともに、レベル2地震動では、局所的に $FL < 1.0$ (液状化する)を示す結果となったことから、設計時には地下水位を考慮し、適切に地盤定数を低減する必要があると考察した。

《引用・参考文献》

- 1) 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会:2016改訂版 地質リスク調査検討業務発注ガイド。
- 2) 一般社団法人 全国地質調査業協会連合会:地質調査業務発注ガイド。
- 3) 関西地質調査業協会:新関西地盤 近江盆地, 2014.9
- 4) 国土交通省 水管理・国土保全 野洲川。
http://www.mlit.go.jp/river/toukei_chousa/kasein/jiten/nihon_kawa/0613_yasugawa/0613_yasugawa_00.html(確認日:2019.6.9)
- 5) 公益社団法人 日本道路協会:道路橋示方書・同解説V耐震設計編 2017.11