

矢作川沖積低地の地層年代を考慮した地盤特性評価

株式会社エイト日本技術開発 ○大嶋 篤, 風見 健太郎, 鳥海 貴裕

1. はじめに

粘性土地盤の上に構造物を建設する際には、粘性土の圧密による沈下を考慮する必要がある。堆積年代の新しい沖積層では圧密沈下が発生しやすいことから、地質調査により正確に地盤特性を評価する必要がある。

本論は国土交通省豊橋河川国道事務所が整備する矢作川の河川堤防において、既往地質調査では沖積層の評価が明確ではなかったが、堤防の浸透対策工法によっては粘性土の圧密を考慮する必要があるため、年代測定を行うことで科学的観点から地層区分を実施した事例である。

2. 実施背景

対象地である矢作川低地は、第四紀の氷河期に領家帯の花崗岩類を開析して形成された河谷に、山地部から運搬された土砂が堆積して形成された沖積低地である。

既往地質調査では、矢作川右岸沿いの地盤構造は GL-20m 程度まで軟弱な堆積層が分布しており、深部では N 値3~10程度の粘性土が確認される。深部の堆積層を洪積層として、洪積の砂質土層と粘性土層が砂礫層の上に存在することが示されていたが、「森山ほか, 1972¹⁾」では矢作川低地の沖積層基底は砂礫層であると指摘されていたことから、本調査で改めて沖積-洪積の境界を明確にする必要があった。

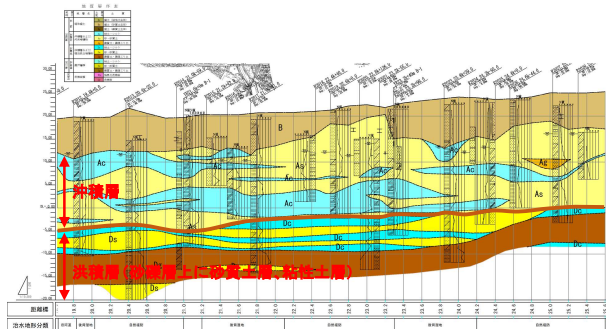
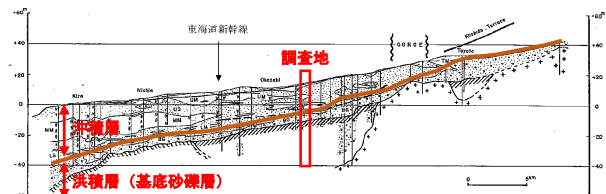


図-1 既往地質調査による矢作川右岸地質断面

図-2 矢作川低地沖積層の縦断面図¹⁾を一部改変

3. 調査手法

地質調査としてはボーリング調査や室内土質試験（物理試験、力学試験）を実施したが、粘性土層においてはボーリングコアの観察や各試験結果のみでは沖積-洪積境界が明瞭ではなかったことから、粘性土層中に含まれ

る有機物を用いて放射性炭素（C14）年代測定を実施することで、正確な堆積年代を明らかにすることとした。

放射性年代測定とは、生物由来の炭素系物質が存在した年代を推定するための手法である。試料中の放射性炭素（C14）の量を測定し、国際的に使用されている標準物質と比較することによって年代が推定される。

4. 年代測定結果

放射性炭素（C14）年代測定結果を表-1に示す。Ac2、Ac3層（既往 Ac 層）及び Ac4層（既往 Dc 層）は全て5,700 BC 以内の年代を示していることから、既往地質調査では洪積層に区分されていた深部の粘性土層も含め、全て沖積層と判定される。既往地質調査では、洪積層と沖積層の境界は図-3の赤点線が示すように As4層付近であったが、今回の調査の結果、既往文献と同様に基底礫層（Dg 層）が境界となると考えられる。

表-1 放射性炭素（C14）年代測定結果

地層	地点	Conventional Age (BP)	暦年代校正 (cal BC)
Ac2	No. 3-2	2720 +/- 30	918~808
Ac3	No. 1-2	4760 +/- 30	3635~3381
	No. 2-2	3620 +/- 30	2121~1890
	No. 3-2	3550 +/- 30	2012~1771
Ac4	No. 1-2	6680 +/- 30	5658~5535
	No. 2-2	6180 +/- 30	5215~5015
	No. 3-2	6110 +/- 30	5207~4937

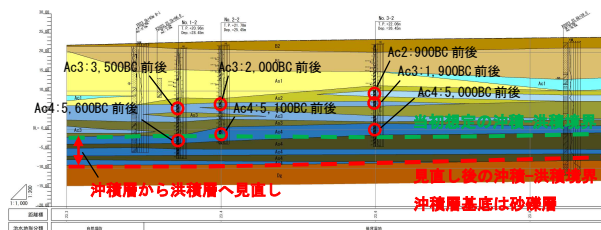


図-3 見直し後の沖積-洪積境界区分

5. 地盤特性評価

(1) 地層の成り立ち

放射性炭素（C14）年代測定の結果、沖積粘性土層である Ac2~Ac4層は堆積年代が異なることが判明した。「川瀬, 1998²⁾」によると、矢作川下流低地では4,900BC 頃では海岸線は現在の東海道新幹線の付近にあり低地の大部分は海域であったが、1,900~800BC 頃に三角州の離水が急速かつ広範囲にわたって進行し、最も海水準が低下した50BC 前後は「弥生の小後退」と呼ばれている。

今回の調査では粘性土中に含まれる有機物を用い年代の測定を行っており、最も若い年代である Ac2層の年代は約900BC で、海水準が低下する過程で堆積したものと考えられる。最も海水準が低い「弥生の小後退」の海水準が形成される間に河川の氾濫が発生し、上流側の基盤

岩である花崗岩由来の粒度の粗い砂などが厚く堆積し、As1層が形成された。なお、「弥生の小海退」以前は海水準が高く Ac3層や Ac4層が分布する年代であり、粘性土等が厚く分布する年代と考えられ、応力状態の変化が少ないものと考えられる。

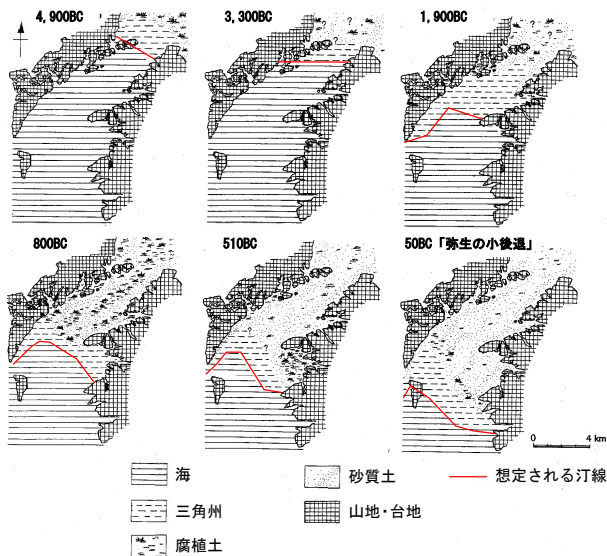


図-4 矢作川下流の海水準の変遷²⁾を一部改変

(2) 沖積層の圧密特性評価

沖積層に区分された粘性土層（Ac2～Ac4層）の圧密特性を把握するため、圧密試験を実施した。試験結果より、有効上載圧と圧密降伏応力の関係を表-2に示す。沖積粘性土は一般に正規圧密状態を示すが、当該地では Ac2～Ac4層いずれも圧密降伏応力が有効上載圧を大きく上回っており、過圧密状態を示した。

過圧密が発生する原因としては断層・褶曲等の地殻運動や上部地層の浸食、氷河期の氷河による荷重増加等が考えられるが、Ac2～Ac4層は概ね現在の年代から8000年以内に形成された地層であることから、これらの影響は考えにくい。当該地の過圧密の原因は地層の堆積により圧密が進行したためと考えられる。

表-2 有効上載圧と過圧密比の関係

地層	地点	有効上載圧 (kN/m ²)	圧密降伏応力 (kN/m ²)	過圧密比
Ac2	No. 3-2	189.3	281.0	1.48
Ac3	No. 1-3	124.5	303.0	2.43
	No. 2-3	88.0	214.0	2.43
Ac4	No. 2-3	138.0	351.0	2.54

(3) 堆積年代と過圧密比の関係

圧密試験の結果、Ac2層では過圧密比が1.48、Ac3層では2.43、Ac4層では2.54になっていることが分かる。Ac2層と Ac3層では堆積年代にも1000年以上の差が見られたことから、堆積環境に大きな変化があったものと推察される。Ac3層と Ac4層では過圧密比に大きな差は見られないが、過圧密比としては高くなっている。

Ac2層から Ac3層の過圧密比の上昇は、海退に伴う山地からの砂質土の供給が多くなったことで圧密が進行した

影響であり、Ac3層と Ac4層では海水準の変化による応力の変化が生じたためと考えられる。また、海退時に形成された Ac2層も過圧密状態となっているが、これは昭和の高度経済成長期に伴う過剰揚水の影響で地下水位が低下し、沈下が促進されたものと考えられる。

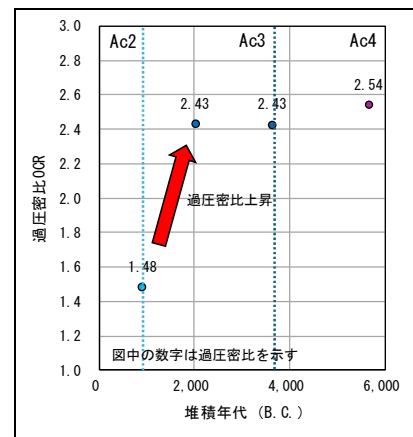


図-5 粘性土層の過圧密比

以上より、本調査によって既往地質調査では不整合となっていた沖積－洪積の層境界が明確化された。沖積－洪積境界は地質調査技術者の主観で決定されていることが多いが、年代測定等の試験を行うことで科学的観点から地層区分を行うことが可能となる。

なお、沖積－洪積境界の見直しにより沖積層の深度は深くなるものの、地盤特性としては沖積粘性土層は過圧密状態のため、堤防の浸透対策工として盛土が必要になった場合でも、対策規模によっては沈下等の影響は発生しないと考えられる。

6. まとめ

矢作川沿いの地盤構造は、GL-20m 程度まで軟弱な堆積層が分布しており、深部では N 値3～10程度の粘性土が確認される。沖積－洪積の層区分が判断しにくい地層が連続していることから、粘性土中に含有する有機物を用いて放射性炭素（C14）年代測定を行った結果、既往地質調査では洪積層とされていた深部の粘性土層は沖積層であることが判明した。一方、圧密試験の結果、浅部の粘性土層と深部の粘性土層では圧密状況は大きく異なる結果が得られたことから、年代分析とともに検討を行ったところ、「弥生の小海退」による地層の堆積環境が圧密状況に影響している可能性が示唆された。

年代測定等によって地質年代を科学的に明らかにすることで、地質調査技術者の主観によりがちな支持層の評価を明確にすることが可能となる。

《引用・参考文献》

- 森山昭雄・小沢恵（1972）：矢作川流域の沖積平野の地形と沖積層について
- 川瀬 久美子（1998）：矢作川下流低地における完新世後半の地形環境の変遷