

## 各論

## 東海地域における特色ある地域地盤特性例と調査・設計・施工上の留意点

坪田 邦治\*

## 1

## はじめに

東海地域において、多くの建設事業の対象となる主な地盤は第四系の更新統と完新統である。その分布は、伊勢湾、三河湾を囲む沿岸域や、一部山間部の平野と外洋に面した地域である。これらの代表的な平野には、北から岐阜県南部～愛知県尾張地域におよぶ濃尾平野、愛知県三河地域の岡崎平野・豊橋平野、三重県松阪市～津市～四日市市の伊勢平野などがある。

なお、「更新統と完新統」は、それぞれ「更新世と完新世に形成された地層」を意味する。地盤工学で用いられている「洪積層と沖積層」との違いは、前者が地質学上の世界的な区分で1万年前を地質境界としているのに対し、後者は約2万年前の最終氷期最盛期以降に堆積した地層としていることに留意が必要である。

一般的に沖積層は軟弱層とされており、構造物の基礎地盤として留意が必要な地層である。ここでは、土木や地盤工学で一般的な洪積層と沖積層を用いて記述し、当地域の特徴的な地盤特性と調査・設計・施工上の留意点について記載する。

## 2

## 当地域の地盤の堆積年代と層序について

東海地域の代表的な第四系の分布を図-1に示す。こ

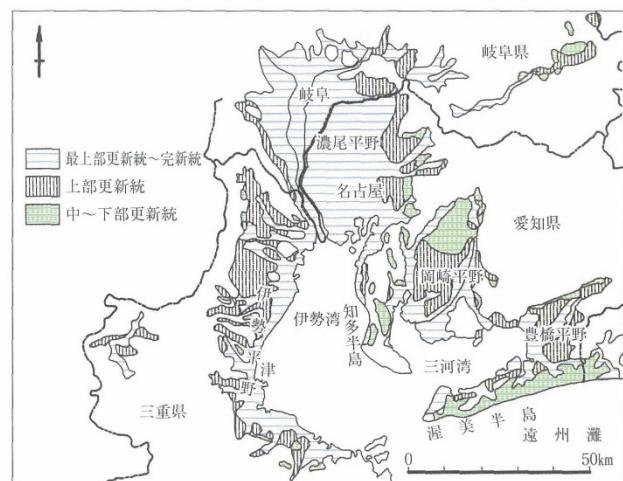
表-1 東海地域における層序区分と対比表<sup>1), 2)</sup>を加工・追記

地質時代		区分	(推定年代: 10 <sup>4</sup> 年) 地史	濃尾・岐阜平野	記号	熱田台地	東部丘陵	伊勢平野	岡崎平野	豊橋平野	渥美半島	
新生代 第四紀	完新世	沖積層	(濃尾沖積平野形成) 0.7 (鵜文海進高頂期)	南陽層 (A)				沖積層 (富田浜層) (四日市港層)	沖積層 (中・上部層) (吉田層)	沖積層 (上部砂礫層) (上部粘土層)		
			1.8 (最終水期の最高海面低下期)	濃尾層 (N)								
		後期	海面の低下とともに河川堆積場が下流に前進	第一疊層 (G1) 鳥居松疊層 (Tr)					第一疊層			
			7~8 海面の急激な低下で熱田灘の形成	大曾根層 (Oz)				伊勢神戸層 古伊勢湾層	越戸層	低位段丘層	野田泥層	
			12~13 热田海進 (最終間氷期)	热田層上部 (D3U)						豊橋疊層 小坂井疊層 小坂井泥層		
	更新世	洪積層	熱田層下部 (D3L)	熱田層下部				碧海層		高師原疊層	福江疊層	
			熱田層最下部									
			7~8 溫暖な高海面期には海成泥層、寒冷な低海面期には河床疊層が頗る沈下しつつある濃尾平野を埋積していく	第二疊層 (G2)				諸戸山疊層				
			海部累層 (Am)	海部累層						見合層	渥美層群	
			第三疊層 (G3)	第三疊層				羽野疊層		仁木層	天伯原疊層	
	中期		弥富累層 (八事層、唐山層) (Yt)	弥富累層 (八事層、唐山層) (Yt)				千重段丘堆植物		細川層	豐橋原疊層	
			第四疊層 (G4)	第四疊層 (G4)				見当山累層 (最高位段丘堆植物)		举母層	田原累層	
			100± 活断層の発生と地殻のブロック									
			80~500 東海灘 (第二瀬戸内海)	東海層群 (T)	東海層群 (T)	東海層群 (T)		八事・唐山層 (D1-2)		明大寺層		
			1500~ 第一瀬戸内海							三好層		
第三紀	鮮新世	第三紀層										
	中新世											
	中・古生代	中・古生層										

これらの地域に分布する地盤について、代表的な地史と併せて記載した層序を表-1に示す。

また、近年のテフラ分析やボーリングコア試料に基づく知見によって修正された海面レベルと堆積層の関係を図-2に示したが、AT (始良Tnテフラ: 26~29ka) の降灰層準が濃尾層の中部にあると判定されたことで、濃尾層の下位にある第一疊層の年代が26~29kaより古くなる可能性が高くなった<sup>2)</sup>ことが新しい着目点である。

さらに熱田層下部の年代も、挟在する広域テフラから110~130kaと推定された<sup>2)</sup>。これらのことから、表-1や

図-1 東海三県の第四系の分布<sup>1), 2)</sup>

\* TSUBOTA Kuniharu 中部土質試験協同組合 理事長、博士(工学) 技術士(総合技術監理 建設 応用理学) | 名古屋市守山区緑ヶ丘804

図-2のように、伊勢湾周辺地域における海面レベルと堆積層の関係が明らかになってきており、地盤を評価する際（特に濃尾層、第一礫層）に留意が必要である。



### 当地域の代表的な沖積層の地盤特性

濃尾平野の沖積低地部における代表的な地盤である名古屋港付近の南陽層（粘性土）の地盤特性を示す。各地層の層厚は地域により大きく変化するものの地盤特性に

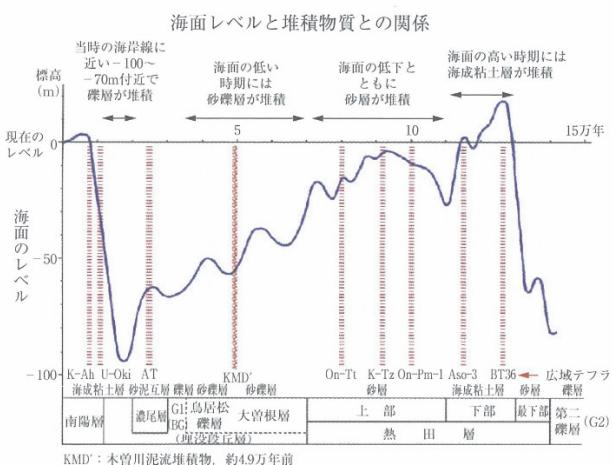


図-2 伊勢湾周辺地域における氷河性海面変動曲線<sup>3)</sup>

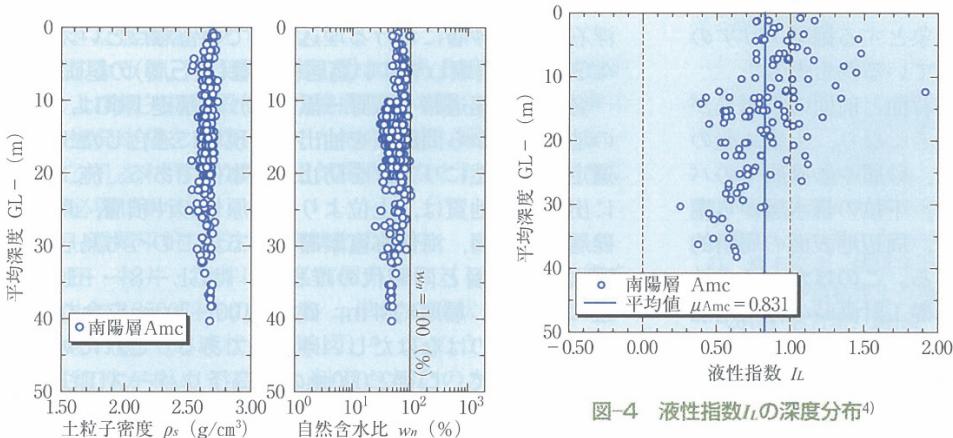


図-3 土粒子密度・自然含水比の深度分布<sup>4)</sup>

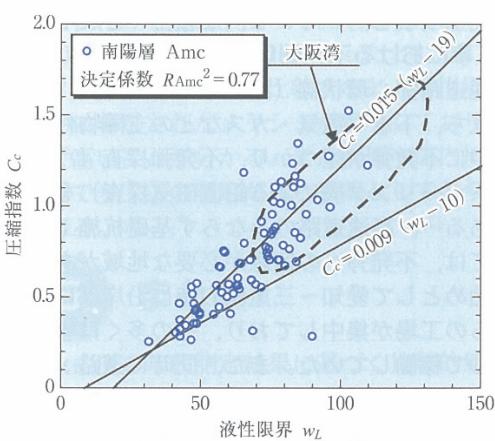


図-5 液性限界と圧縮指数の関係<sup>4)</sup>に加筆

については、概ね同様な特性を有していると考えられる。

#### 3.1 物理特性

土粒子密度および自然含水比の深度分布を図-3に示す。南陽層（粘性土）は比較的均質であり、土粒子密度は $\rho_s \approx 2.6 \sim 2.7$ 程度を示している。一方、自然含水比については、佐賀平野における有明粘土や大阪湾の沖積海成粘土が100%を超える自然含水比を有していることに比較すると、名古屋港の南陽層（粘性土）では、 $w_n \leq 100\%$ が多いといえる。

次に、南陽層（粘性土）の液性指数（ $I_L$ ）の深度分布を図-4に示す。浅い深度では、 $I_L \geq 1.0$ となっていること、平均値でも $I_L = 0.831$ となっており、自然含水状態が液性限界に近い値を有する鋭敏な土であることが大きな特徴といえる。

#### 3.2 力学特性

図-5に液性限界（ $w_L$ ）～圧縮指数（ $C_c$ ）を示す。我が国の港湾地域における相関式 $C_c = 0.015 (w_L - 19)$ と Skemptonの相関式 $C_c = 0.009 (w_L - 10)$ を示し、これに大阪湾のデータ<sup>5)</sup>を追記した。当地域の南陽層（粘性土）の特性は港湾地域の相関式に近似し、Skempton式よりも上方に分布し、大阪湾データに比較して $w_L$ が小さく下方に位置することが分かる。図-6に当地域の南陽層（粘性土）を三笠の状態図にプロットした。本状態図は、完全練返し状態を最低位と考える構造の評価法であり、鋭敏比が構造の定量化に用いられる。この図には

大阪湾のデータ<sup>6)</sup>範囲もプロットしている。これによれば、当地域の南陽層の鋭敏比が比較的大きな値であり、「鋭敏粘土～超鋭敏粘土」の領域に分布しており、前述を裏付けていることが分かる。

これらのことから、当地域の南陽層（粘性土）は高圧縮性を有し、構造の発達した土が比較的多く存在していることが特徴と考えられる。

図-4 液性指数 $I_L$ の深度分布<sup>4)</sup>

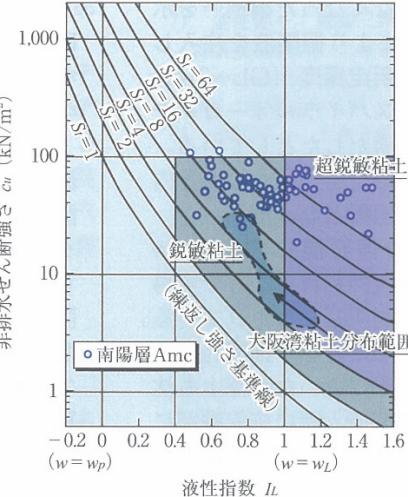
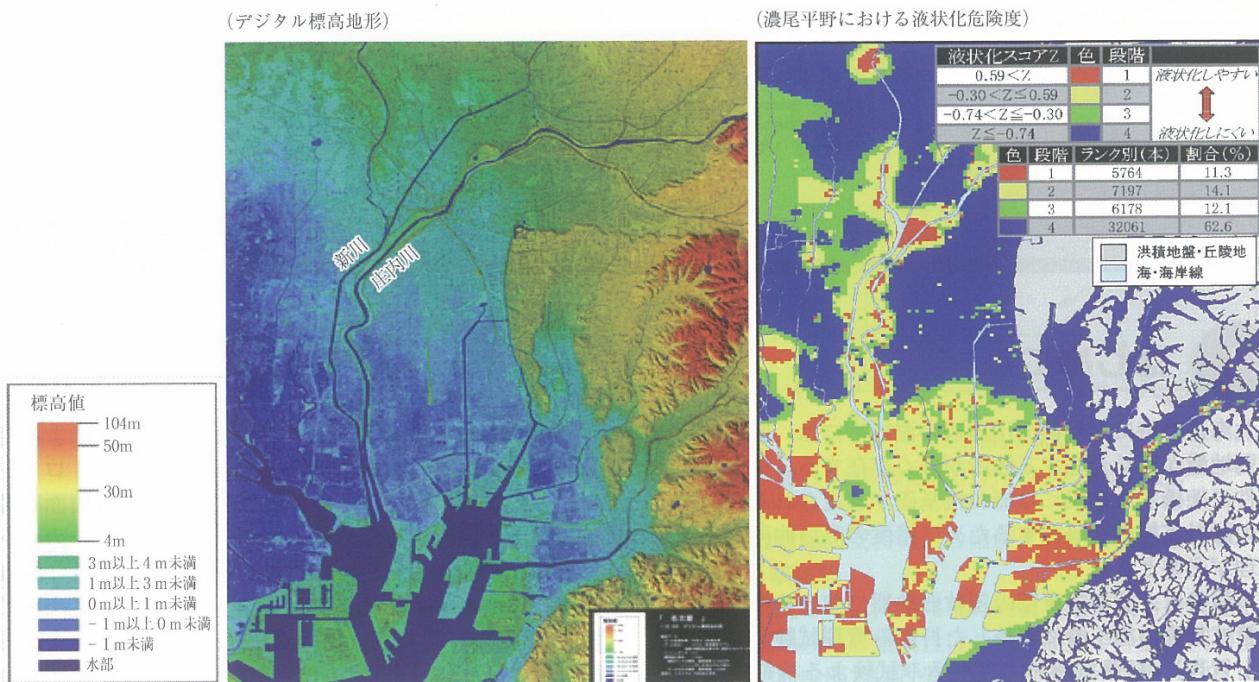


図-6 三笠の状態図における分布<sup>4)</sup>に加筆

## 4 調査・設計・施工上の留意点

### 4.1 濃尾平野における地形条件と地盤工学的課題

事業計画が決まれば、地形を判読することによって計画地域の一般的な構成土質が推定でき、設計・施工時の課題点を予測することが可能である。特に沖積低地を構成する沖積層は堆積してからの経過時間が短く、かつ現在の土被り以上の荷重が載っていない（揚水による地下水位低下の影響は履歴）ため軟弱地盤を

図-8 國土地理院のデジタル標高地形<sup>14)</sup>と濃尾平野における液状化危険度<sup>13)</sup>の比較図

定されており、今日でも建設工事時に不発弾が発見・処理されている。1999年2月には、三重県桑名郡木曽岬町内の国道23号線鍋田川橋付近での交差点改良工事の際に、不発弾（1t爆弾相当と推定）の爆発事故が発生し周辺に大きな影響を与えている。

このように、不発弾残存の恐れがある地域で、掘削や杭および鋼矢板打設を伴う建設工事の際には、不発弾による爆発事故を未然に防ぐための調査（磁気探査、ボーリング孔を利用した鉛直磁気探査法など）を計画することが必要である。

#### 4.5 濃尾平野における液状化の検討

山田・杉井・川井は、名古屋市域に対して東海地震を想定して125m四方のメッシュ単位で液状化判定を行っている（図-8の液状化危険度図）<sup>13)</sup>。このうち、①液状化の可能性が極めて高いと判定されたのがおよそ5,800メッシュ（11%）、②液状化の可能性が高いと判定されたのがおよそ7,200メッシュ（14%）、③液状化の可能性が低いと判定されたのがおよそ6,200メッシュ（12%）、④液状化の可能性が極めて低いと判定されたのがおよそ32,000メッシュ（63%）であったとしている。本図とデジタル標高地形図<sup>14)</sup>と比較すると、河川周辺や埋立地で①②に判定されたメッシュが集中しており、液状化危険度が高いことが分かる。また新川や庄内川沿いでは、内陸部でも①②の判定が見られるとしており、留意が必要である。

## 5

## まとめ

火山灰の年代測定結果に基づく比較的新しい知見による地質層序を整理した。併せて、代表的な地盤特性を記載し、調査・設計・施工上の課題点について記載した。このほかにも、活断層と交差する線形構造物の計画時課

題点、大垣～四日市の地中溶存ガスに対する留意点などの課題点などがあげられている。これらについては、参考文献7)を参照されたい。

## 参考文献

- 内園立男：東海三県の地質と地盤－平野部の地盤構成、中部地質調査業協会、土と岩、第59号、pp. 69～72、2011。
- 牧野内猛、塚本将康、檀原徹、山下透、内園立男、濃尾地盤研究委員会断面WG：濃尾平野頭部の地下地質、地質学雑誌、第119巻、第5号、pp. 335～349、2013。
- 牧野内猛：知多半島の地形地質とそのおいたち、知多半島が見えてくる本、2、pp. 68～71、2002。
- 清水亮太、坪田邦治、栗原則夫、中野正樹：堆積環境の違いによる沖積粘性土の地盤工学的特性、全地連「技術フォーラム2015」名古屋、2015。
- 田中泰雄、正垣孝晴、板橋一雄、安福規之：沖積粘土層の力学的性質、土と基礎、Vol. 43、No.10、p. 30、1995。
- 大阪湾地盤情報の研究協議会：ペイエリアの地盤と建設－大阪湾を例として－、p. 260、2002。
- 金住健一：東海三県の地質と地盤－平野部の地盤構成、中部地質調査業協会、土と岩、第59号、pp. 84～88、2011。
- www.city.nagoya.jp/kankyo/cmsfiles/.../50Ejunbi\_02\_04.pdf (平成28年8月5日確認)。
- 長屋淳一：大阪平野における地下水問題、21世紀COE「都市空間の持続再生学の創出」環境マネジメントグループ戦略研究公開シンポジウム「ひとがかかる都市の地下水」、2007。
- 地盤工学会：トラブルと対策シリーズ①杭基礎のトラブルとその対策、pp. 90～91、1992。
- 名古屋高速道路公社工事誌編集委員会：名古屋高速道路工事誌（II）、pp. 206～214、1998。
- 名古屋高速道路公社工事誌編集委員会：名古屋高速道路工事誌（II）、pp. 157～158、1998。
- 山田公夫、杉井俊夫、川井望：想定地震による名古屋の液状化予測とその利用、総合工学、第22巻、p. 91、2010。
- 国土地理院HP：1:25,000デジタル標高地形図「名古屋」。  
[http://www.gsi.go.jp/kankyo/Laser\\_nagoya\\_all.html](http://www.gsi.go.jp/kankyo/Laser_nagoya_all.html)