

# 彙 報

第 26 卷 第 3 號 昭和 15 年 3 月

## 大阪の地盤沈下に就て

會員 工學博士 岡 部 三 郎\*

先年西大阪の地盤沈下の問題が喧しくなり、之に對して大阪市當局が根本的の調査を開始された時に、私も其の基本的調査方針等を提案した關係等もあり茲に私見を發表する次第である。

目下調査完結したと云ふ程度に達して居らぬため、其の完了の曉は私の説にも勿論修正を要する點も生ずる事とは思ふが、今日迄の結果を綜合して一應私見を述べんとするものである。

### 1. 大阪の地質概要

先づ大阪の地質は如何なる有様になつて居るかと云ふと、上本町方面と北方千里山の根の張つ居る方面が地質學上の洪積層で、建築其の他の工作物に對し地震等の場合でも安心して可なる地域である。

次に市内では西横堀川及之を延長した線と、上本町高臺との間の部分が沖積古層で之も都會地として信頼出来る地層である。此の線に沿つて南北に互る急激な地層の變化があつて、之より西方の部分は上部に厚 6 m 内外の土砂層があるが、其の下には厚 20~30 m の非常に軟質の丁度出來立ての水羊羹の様な地層が西大阪全體に廣まつて居るのである。其の下には玉石交り厚 10 m 以下の砂利層の硬いものがあつて、其の表面の深さは西横堀附近の 17~18 m から築港方面の 32 m 迄下つて居る。此の砂礫層の表面を水準面 O. P. からの深さの等高線で記入した附圖を見れば大體沈下を起して居るのは深さ 15 m 以上の部分である。尙ほ此の厚 10 m 以内の砂礫層の下には更に厚 20 m 以上の粘土層があり、斯様に地下 300 m 迄は約 30 m 毎に同じ事を繰り返して居る事が判明して居つて、第二の粘土層以下は相當硬質である。

### 2. 大阪の地盤沈下の狀況

西大阪方面では地盤沈下の現象は古くからあつたのであるが、淀川が亂流して自由に河口附近に土砂の堆積をなした時代は沈下の量よりも天然の地盤の量が大きかつた爲め、かへつて陸地が年々殖えた事は桃山時代の地圖と今日のとを比較して見れば一目瞭然として居る。

淀川の改修工事が完成した頃から上流の砂防工事が出來上つて土砂の流下が減じ、且つ之等が大阪市部に堆積しなくなつた。更に築港工事によつて海面は深く浚渫せられて、港區大正區の地揚工事が完成し、其の上に建物がどしどし出來た結果天然の地揚の現象が無くなり、沈下の現象丈けが残されたので此の時代から沈下が増加して來たのである。即ち明治 35~36 年から大正末迄の 25 ヶ年間に安治川源兵衛渡附近では 750 mm 程沈下して居るから 1 ヶ年平均 30 mm になつて居る。昭和の初めの北丹の地震後更に沈下が多くなつて、1 ヶ年 40~50 mm になり 11 年からは更に 1 ヶ年 110 mm になつて居る。

此の沈下に對し眞先に著目されたのが今村博士で、西大阪の沈下は神崎川河口から毛馬を結ぶ線と毛馬と木津川河口を結ぶ線内の三角地域の地塊運動なりとの説を發表された爲め、地盤沈下が市民一般に注意される様になつたと共に、地塊運動の加速的增加は地震の前兆であるとの學説がある爲めに、地盤の沈下が取りも直さず地震の前兆なりと云ふ風に市民を誤信せしめ、地盤沈下問題が一般市民の恐怖的となつたものである。

\* 尼崎築港株式会社取締役技師長

然る處昭和9年9月21日の高潮に依つて西大阪の大部分が2m以上の浸水を受けた頃から沈下の量が増加し、更に軍需工業の盛んになつた11年から急増して今日に至つて居る。

然し、昭和12年度を最大として13年度からは多少減少の傾向が見えて來た。昭和11年から13年迄の3ヶ年間の沈下は恐らく最大のものと思はれるから、之を平均して1ヶ年分の沈下量を圖に記入すると前記の砂礫層の深さ20m線と、1ヶ年平均沈下50mm線とが殆ど一致して居る事は注目すべき事である(圖-1参照)。即ち西大阪の大部分の砂礫層の深さは20m以上で沈下も50mm以上となつて居り、特に築港方面の砂礫層の深さが32mに達する附近の沈下が150mmとなつて居る様に大體前述の軟い粘土層の厚さに比例して沈下して居る。西横堀以西と木津川北西岸以外は沈下に對して、あまり心配する必要がなく、殊に上本町臺の如きは全く安全地帯と云ふて差支へないと思ふ。

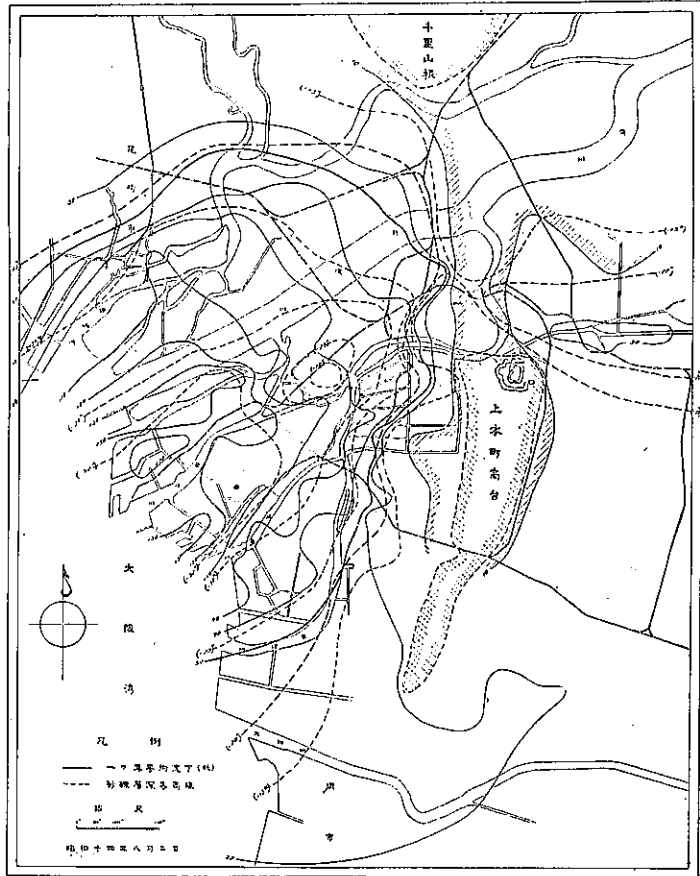
將來の沈下を今日から豫想する事は凡そ不可能であるが、現在の地盤沈下が原因となつて地震を起す様な事は先づ無いと斷言しても良いと思ふ。然し他の原因の地震、例へば紀州沖の大地震とか淀川上流の地震等があれば恐らく今日の1ヶ年間の沈下の數年分位は一時に沈下する事はあり得べき事と思はねばならない。

斯様な地震の振動等により一時に起る沈下を別にすれば、今後數年は今日の状態が續くと思ふが將來の平均沈下としては2~3年後からは漸次減少するものと思はれるから、今日の沈下量の半分位を1ヶ年の平均沈下量と考へて今後20~30年間位の計畫に對しては大なる誤が無いだらうと考へて居る次第である。

### 3. 地盤沈下の原因

前に述べた様に昔は地面の沈下よりも天然の埋立の方が多かつたが、近年は天然の埋立作用が皆無となつて沈下の作用のみが残されたから、沈下が明瞭になつて來た理である。地盤沈下の原因は西大阪が15~30mの厚さを有する軟質粘土層にて覆はれて居る事に歸因する事は頗る明白であるが、粘土層が何故に沈下するかと云ふ事に對しては色々の説がある。然しながら北丹の地震並に昭和9年9月の高潮等のあつた頃から沈下が烈しくなり、且つ近年道路舗装が行き互り下水網が完備した事等から考へると大體之が原因も想像が出来るかと思ふ。

圖-1. 昭和11~13年に於ける3箇年平均1箇年沈下量並に砂礫層等高線



今日迄之が原因に關して考究せられた説は次の様なものである。

- (イ) 地塊運動説      (ロ) 地下水の減少に歸因するとの説      (ハ) 軟質粘土層の壓縮説  
(ニ) 軟質粘土の流動説

地塊運動説：地塊運動説は軟質粘土層に關係のない説で、毛馬—神崎川口を結ぶ線と、毛馬—木津川口を結ぶ線の斷層に沿つて其の西方全體の地塊が沈下運動をして居ると云ふのである。之が近年加速度的に増加したから近き將來に急激な運動を起し、遂に地震を生ずるに至るべしと主張する説で、之は近年地表が加速度的に沈下した事を主眼とし居るのであつて、只單に地表のみの沈下を計つて地下深部の沈下を調査しなかつた所謂皮想の説に他ならない。前記の三角地域を一つの地塊とすれば一邊の長さが十數軒あるのであるから地塊の厚さは少くとも2~3km なければならない。若し斯様な地塊の運動であるとすれば地下1km 位の處も大體地表と同じ様な沈下をして居る筈である。然るに調査の結果地下200m の層はあまり甚だしい沈下の事實がない事が發見された。之は十數年前地下200m 迄下げた鑿井の鐵管が年々地表に飛び出して居り、其の量が地表の沈下量に近い事から判明したのである。即ち西大阪の地盤沈下は地表が主で地下の深所には及んでは居ない。之等の理由によつて、地塊運動説は全く根據がないと云ふ事になるから、依つて來るべき地震等も心配するに當らない。

地下水の減少に歸因する沈下：西大阪の地下水には二通りあり、粘土層の上の土砂層内の地下水と粘土層の下の砂礫層内の地下水とは別個のものであつて斯様に粘土層は別々な地下水層で上と下から押されて居るのである。

然るに粘土の含水量は此の地下水の壓力によつて左右さるゝ事と考へなければならぬ。若し水の壓力が減ずれば含水量も減じ、従つて粘土の收縮を起す事は當然の事と思はれる。近年西大阪地帯は工場増加によつて鑿井が多くなり下層の地下水がどんどん降下して居り、尙ほ人口の増加と下水網の普及とによつて上層の地下水も降下して居るのである。更に空地は減少し道路は舗装され、雨水は殆ど地表に吸収されず、近年は表層の地下水の減少が甚だしきものがあるので、之等の結果を綜合すると軟質粘土層の上下共地下水の水壓は、近年特に昭和10年頃より急に減少した事と考へ合せ、軟質粘土層の收縮が急に増加した事が理由のある事と考へられる。然し地下水は全然皆無となる事がないから、暫らくの内に此の原因による沈下は減少する事と思はれるのである。此の點は東京丸ノ内附近の道路の沈下の原因と全く同一のものと考へて間違ひはない。

軟質粘土層の壓縮説：此の説は私が先年西大阪及尼崎に於ける鑿井鐵管の年々押上がる事實から地下200m 附近では沈下が少い事を確めて地塊運動説の誤りであると云ふ所以を述べた際に考へた沈下の原因の一である。西大阪では硬い玉石砂利層の上に厚15~30m の軟い出來立ての水羊羹の様な粘土層があり、此の粘土は壓縮すれば自然に含有水を吐出して收縮する性質があるから、粘土層の上の砂層や建物等の重量（之は1m<sup>2</sup>の上に10~15ton である）で常時壓迫すれば20~30m もある厚い粘土層が毎年多少づつ壓縮される事は當然の事であり、殊に地盤沈下の量が粘土層の厚さに大體比例して居る事から推して此の説が沈下の原因の相當部分を占めて居る事は間違ひの無い事と信ずる次第である。然し上部の建物其の他の重さが急に増加しない限り此の原因による沈下は大體毎年一定のものであらう。

軟質粘土の流動説：地盤沈下が昭和以來増加した事から考へると地下水の急減の外に、北丹の地震並に昭和9年9月21日の高潮等により軟質粘土層に刺戟を與へ、粘土を多少變質させ流動性を増加せしめたことを忘れてはならぬと思ふ。之から考へられるのは粘土の流動説である、此の説は理論上からも沈下の有様から考へても沈下原因の相當部分を占め、而も可なり永續性のあるものと思はれる。然し未だ其の實證を實驗的に調査して居ない爲め、今後の研究を要するものである。

流動説と云ふものは前に述べた出来立ての水羊羹の様な軟質粘土層を上から押せば横に食出すばかりでなく、之に或る刺戟を與へて押せば益々軟く延び易くなり、従つて自由に食出す様になる。つまり粘土が餡の様に流動性になつて横に食出して沈下を起すことを云ふのであつて、之を大阪の場合について述べると次の様に説明される。

即ち西大阪では厚さ 15~30m もある粘土の上に毎平方米に付き 10~15 ton の壓力で上から押しつけて居る爲めに粘土が少しづつ流動して横にのろい運動を起す事になり、特に地震や一時的の高潮があつて粘土に刺戟を與へると益々流動し易い粘土に變り運動が活潑となる。斯様な下部の粘土丈けの流動の結果として上の砂層や建物は其の儘横に動かないで單に沈下をする丈けである。圖に示す様に城北運河方面は上本町臺の根と千里山の足とで粘土の逃げ道を塞いで居るから、流動が出来ず従つて沈下も少ないのであるが、西方の區域の粘土は築港方面も安治川や木津川方面も凡て河や海の深い部分に接して居るから、粘土の吐口が開いて居り、此の方面に於ては粘土の流動も容易で、従つて沈下も多い理であつて、事實之等の方面が圖の様に沈下が一番多いのである。之を考へると大阪港や安治川の浚渫も地盤の沈下を助けて居る原因の一となりはせぬかと思はれる。

**結論：** 西大阪の地盤沈下は厚 15~30m に達する軟質粘土層の存在に依ることは論を俟たないが、之が何故に沈下を起し殊に昭和 2 年以來沈下が増加し、昭和 11 年から更に急になつたかと云ふ事を考へると、第一に地下水の減少による上下よりの水壓の遞下並に上層の重量及粘土の自重による含水量の減少に歸因する處の粘土の收縮である。第二には上層の重量及自重による粘土層の壓縮と、第三には軟質粘土の流動による沈下とであらうと信ずる次第である。要するに之等三つの原因が相助け合つて今日の西大阪の地盤沈下となつたものと思はれるから今後地震等の特別の刺戟がない限り沈下量は數年内に減少し始めることと考へられる。

#### 4. 地盤沈下の対策

前述の様な地下水の減少と軟質粘土の自然壓縮並に流動等によつて、西大阪一體が今後年々 20~60 mm 位の沈下が豫想され、尙ほ近畿地方の大地震の振動等によつて一時に之に數倍する沈下を生ずる事等も無いとは斷言出来ない。今日之が防止法其の他の対策の最善の方法は各方面の綜合的研究に依つて樹立されなければならないものと信ずるものであるが、今日迄の調査の結果を土臺として簡単に私見を述べると、次の様なものと考へられる。

- (A) 廣い範圍に亙る沈下の防止は工費其の他の關係上實行不可能である。
- (B) 局部的の區域例へば大建築物、橋脚其の他沈下を極限する必要がある工作物に對しては軟質粘土層下の玉石砂利層に達する完全なる基礎工事を施行する事。但し基礎面積大にして重量大なる工作物は第二粘土層に於ても年々 10~20 mm 程度の沈下は豫想しなければならないが、第二粘土層に於ては地震等による影響は心配の要はない。
- (C) 地表上に設くる工作物例へば堤防、護岸、道路等は今日の必要高さ以上、今後 20 年間位の沈下を豫想して 0.8~1.2 m 程度の地揚を行ふことが必要である。
- (D) 住宅等の建物を新築するものは強制的に高く建てさすこととし、高い道路に面して利用不自由なるものは自發的に今日の必要高以上 0.8~1.2 m 程度高く築造させること。
- (E) 現状に甘んずる一般民家に對しては、不時の際利用す可き二階其の他の設備を奨励すること。
- (F) 公共事業として完全なる周壁と排水設備（大下水網）を完成し萬全を期する事が急務である。