

掘立柱建物の重量に関する一試験

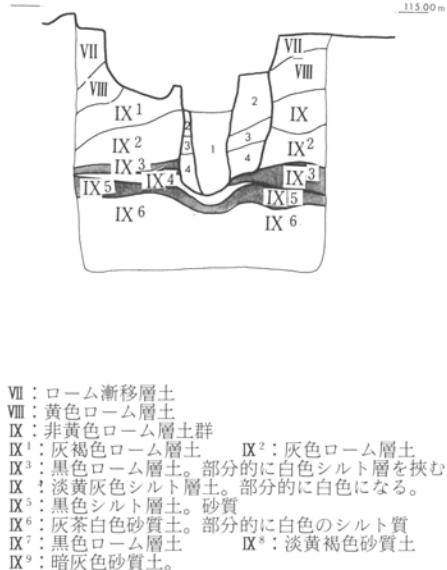
石 守 晃

はじめに

関越自動車道（新潟線）建設に先立ち埋蔵文化財の発掘調査が実施された鳥羽遺跡は、関越自動車道前橋インターチェンジの北側に隣接する、前橋市⁽¹⁾の鳥羽町・元総社町から群馬郡群馬町稻荷台・塚田に至る延長1kmの遺跡である。遺構は古墳時代から室町時代のものを中心としている。

2×3間の第14・15号掘立柱建物跡（以下「14号掘立」「15号掘立」）は、鳥羽遺跡における一連の調査のうち、日本道路公団の委託により（財）群馬県埋蔵文化財調査事業団が実施した昭和55年度の第4次調査において発掘調査された。

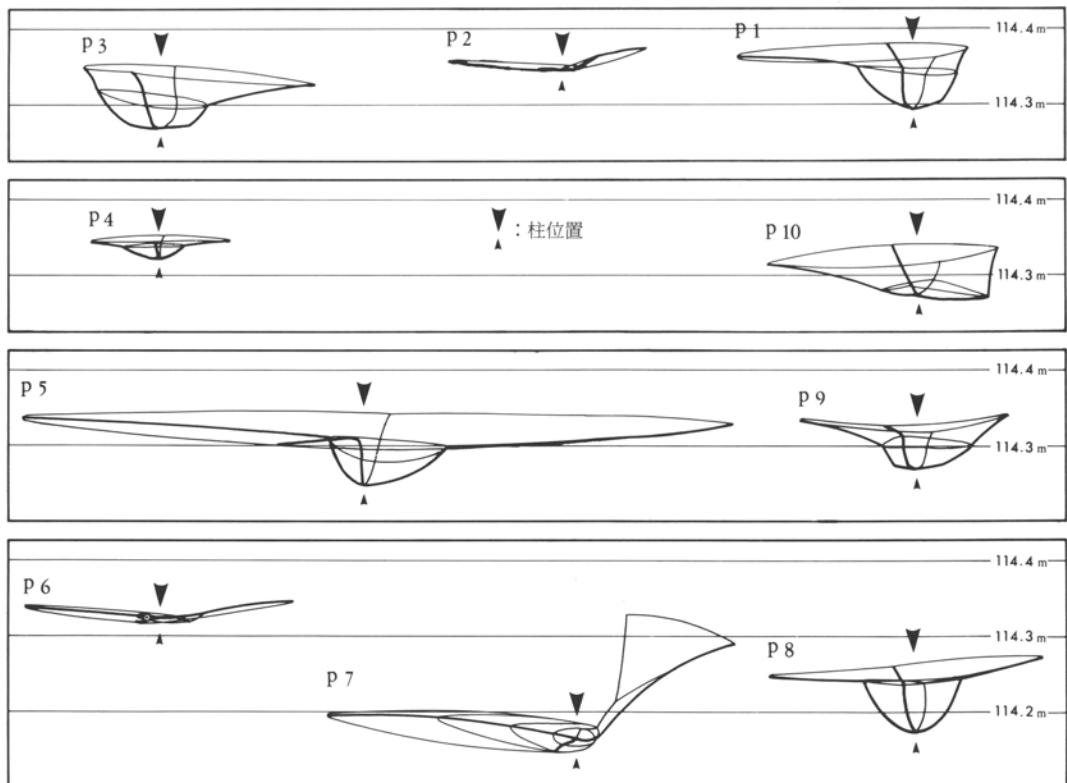
15号掘立の調査に伴って柱穴を掘り下げたわけであるが、15号掘立の柱穴は柱穴最上層部分と柱痕部分を除く埋土が、レベル的に柱穴周囲の自然



第1図 15号掘立P5断面図

堆積土と同じものを用い更によく突き固められていたために、柱穴の壁あるいは底面の確認が著しく難しい状況であった。このため西側南より2番目の柱穴（Pit 5）を断ち割って縦断面の観察を行なった。この断面（第1図）で柱穴内部及び周囲の自然堆積土の状況が観察されたが、柱穴底部付近の柱穴周囲の土層（鳥羽遺跡の標準第IX³～IX⁶層—ローム層）が柱痕の下方に向かって塑性変形していることが観察された。

Pit 5に認められたこうした塑性変形は、Pit 5に設置された柱およびこれにかかる上屋構造の重量による短時間のものではないと思われる圧縮によって、その底部に在る自然堆積土（IX³～IX⁶層）が押し下げられたものと考えられたのであるが、塑性変形が15号掘立のPit 5以外の9つの柱穴に確認することで15号掘立の重量が推定できないかと考えた。そこで、まづ各柱穴底面下位の堆積状態の把握を目的にボーリング棒により各柱穴底面下位の浅い位置に確認され、Pit 5では塑性変形が認められ且つ黒色で硬質であるためローム層中に確認のし易い標準第IX⁵層の状況の確認のため、各柱穴を中心に東西南北方向にサブトレーンチを設定した。

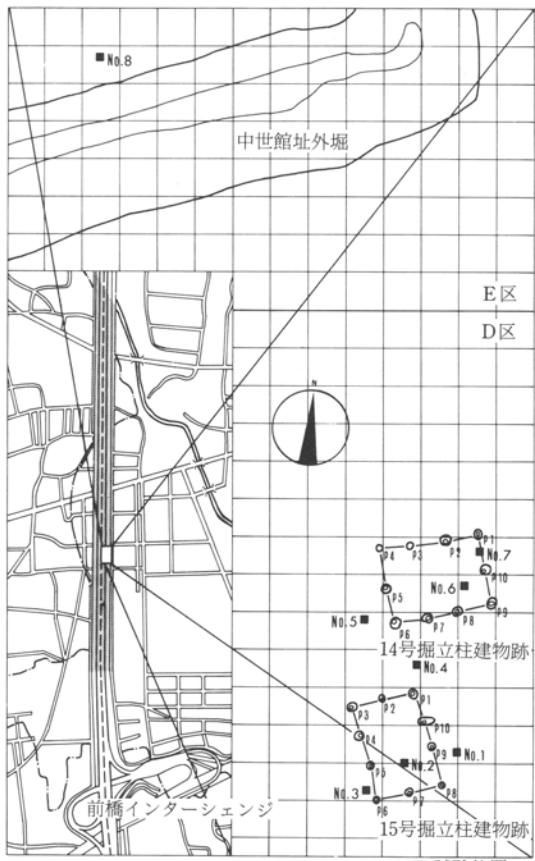


第2図 15号掘立各柱穴下に見られるIX⁵層土の塑性変形

第2図はサプレンチによって得られた各柱穴下に於けるIX⁵層上面の状況を示すもので、15号掘立の主軸方向を南より見た側面図である。塑性変形の状況を把握するためそれぞれの柱穴について、(Pit 7の東側部分を除き)最も外側の測点のレベルを参考に柱位置のIX⁵層上面の自然堆積の場合の高さを推定し、これと柱穴中央部の高さを比較した。その結果、何れの柱穴も現在のIX⁵層上面が推定値によるものより低く位置し、Pit 1 : 7.5cm、Pit 2 : 0.5cm、Pit 3 : 7.5cm、Pit 4 : 2.0cm、Pit 5 : 8.0cm、Pit 6 : 0.5cm、Pit 7 : 0.5cm、Pit 8 : 7.5cm、Pit 9 : 5.5cm、Pit 10 : 5.5cmの差がでている。このうちの差が2.0cm以下のPit 2・Pit 4・Pit 6・Pit 7の4本の柱穴についてはその可能性が少ないものの、残る6本の柱穴については柱による過重によると思われる塑性変形を確認することができた。14号掘立についても同じような結果が得られた。

この塑性変形は、換言すれば柱穴底面下に在る標準第IX³～IX⁶層の支持する能力を、掘立柱建物の重量が上廻った結果ということになるが、15号掘立では塑性変形の認められる柱の分布がやや東側によるものの概して言えば10本の柱に平均して分散していること、また4本の柱穴で塑性変形が認められない一方変形の認められる柱穴についても8cm以下の比較的小さな圧縮であることなどから、15号掘立の建物の重量はIX³～IX⁶層土の支持力を大きく上廻らず、且つ瞬間的荷重によるのではないものと考えられた。この状況は14号掘立にも同様に想定されたため、14号・15号掘立の重量の推定を目的に、IX³～IX⁶層土の一軸圧縮強度を得るために貫入試験の実施を企画した。

試験



第3図 貫入試験位置図

試験はスウェーデン式サウンディング法で行なった。スウェーデン式サウンディングは古い地質調査法の1つであるが、鳥羽遺跡で対象とされるようなローム層土などに対しては他の方法に比較しても効果的であること、また試験方法や試験に使用される機器の取扱いも比較的簡易であるなどの理由からこの試験方法を採用した。

試験はD区の14号・15号掘立に近接する位置に7ヶ所、E区南部の中世館址外堀の北側に1ヶ所の計8ヶ所に対して行なった。(第3図) 試験は昭和56年10月29日(天候:曇)に実施されたが、土の状態には特に乾燥したり特に含水するといったことはなかった。

(2) スウェーデン式サウンディング法はドリル状の試験ロッドに100kg以下の荷重を加え、その貫入量を求める。あるいは100kgの荷重で自然に貫入しない場合はロッドを回転させて貫入量を求め、貫入量1mに対する半回転数

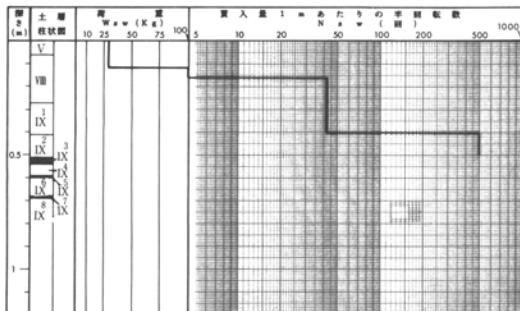
(Nsw) で貫入の抵抗値を求める試験方法であるが、今回の試験では100kgの過重で自然に貫入にしない場合には貫入量10cmを1単位として半回転数を測定した。

貫入試験を行った地点には、試験終了後、試験位置を一辺に含むグリッドを試験位置の北側に設定して掘削し、その断面観察および実測を行って、試験位置の自然堆積土層を柱状図として記録した。

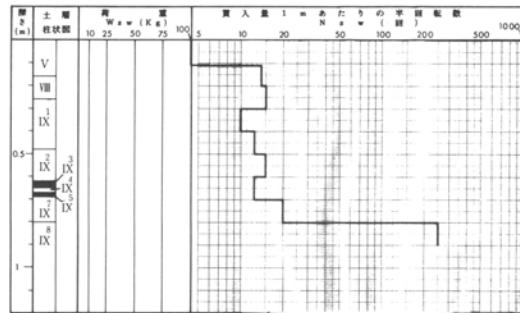
成績

試験の成績は右頁の一覧表の通りであるが、今回の試験で主たる対象としているIX³～IX⁶層土の貫入抵抗値については、試験地点No.1を除く7地点で得ることができた。しかしこの7地点で得られた値は同じ土層であっても試験地点毎に異なるため、各土層毎の貫入抵抗値を抽出することはできなかった。また、IX³～IX⁶層土を中心とする土層群を一括の土層として見た場合でも、その値には開きが見られる。10cmの貫入量を1単位とした貫入抵抗値のデーターのうち、IX³～IX⁶層土群の占める割合が大きいデーターは14を数えるが、これらの貫入抵抗は最大値が105Nsw、最小値10Nswを計り、データー間に幅があった。

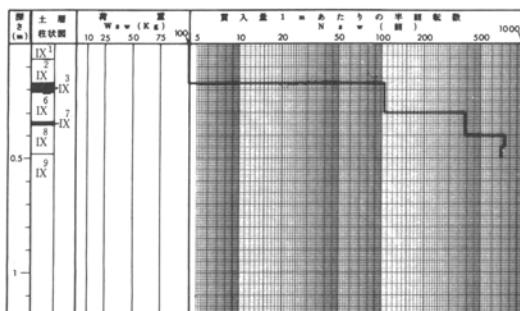
No. 1



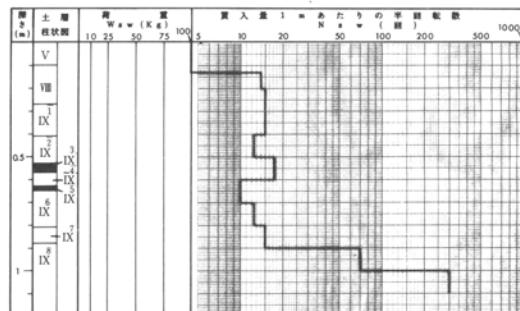
No. 7



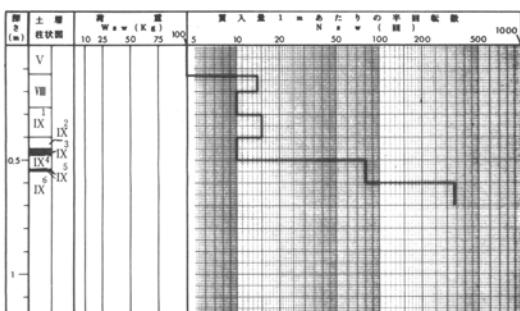
No. 2



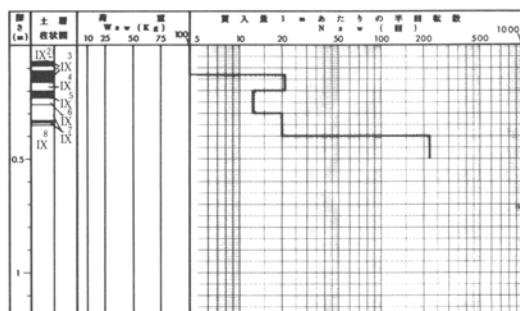
No. 8



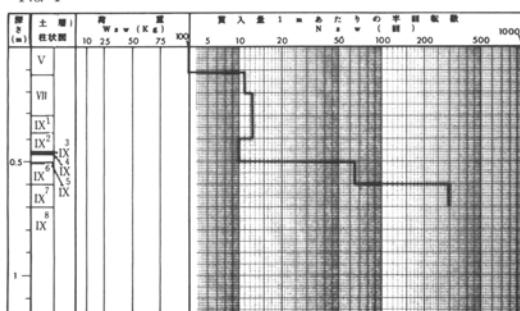
No. 3



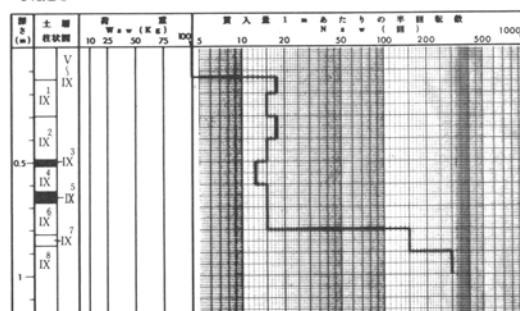
No. 9



No. 4



No. 10



第4図 貫入試験の成績

これら14のデーターは、64Nsw～105Nsw の比較的高い値を示す3つのデーターと、10Nsw～21Nsw の比較的低い値を示す11データーとに大別される。14のデーター全体の平均値は28.39 Nsw 標準偏差は30.83、比較的低い値を示し11データーの平均値は13.50Nsw 標準偏差3.43、比較的高い値の3データーは平均値83.00Nsw 標準偏差20.66である。このうち、比較的低い値を示す11データーは標準偏差が3.43であることから、データー的に一定のまとまりが認められる。以下本稿での検討における Nsw 値はこの3つの平均値（特にデーター値の分布状況から前二者を中心として）を使用する。

支持力

次に14号・15号掘立の支持層であるIX³～IX⁶層土の掘立柱を支える力を算定するのであるが、掘立柱は形態的には杭基礎に似るもの基礎の性格としてはむしろ独立フーチング（広がり基礎）に似ている、つまり柱の廻りの自然堆積土にその過重は直接かかるではなく下方への過重に対する力を算定すれば良いと判断されるので、IX³～IX⁶層土の一軸圧縮強さ（qu）を算出することとした。その計算式には幾つかあるが本稿ではその中で平均的な値を示す日本道路公団の公式

$$qu = 0.0045W_{sw} + 0.0075N_{sw}$$

qu- kgf/cm² W_{sw} : ロッドへの過重 (kg)

N_{sw} : 半回転数／貫入量(1m)

を用いて算定を行った。qu 値は下記のように算定された。

qu-1 : 0.662925kgf/cm² (14データーの平均値)

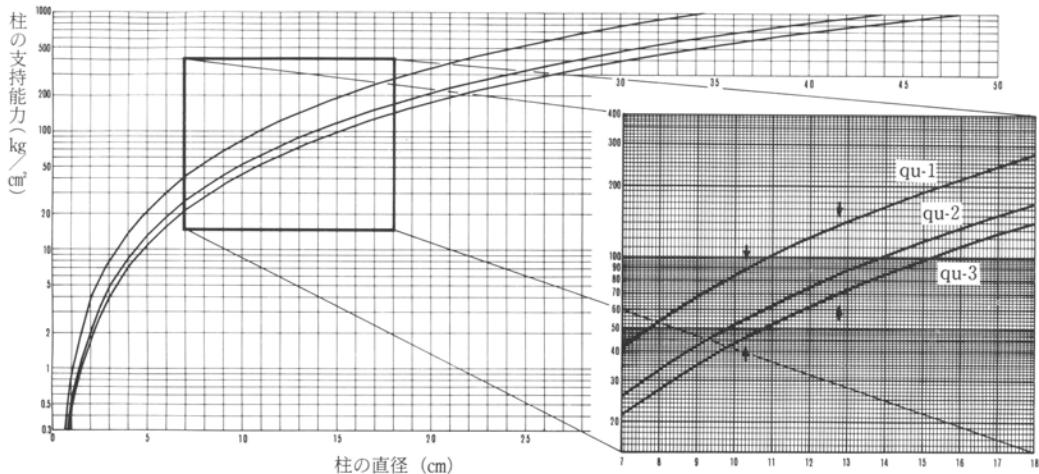
qu-2 : 0.551250kgf/cm² (比較的低い値を示す11データーの平均値)

qu-3 : 1.072500kgf/cm² (比較的戦い値を示す3データーの平均値)

検討

14号・15号掘立の柱を支持するIX～IX層土の qu 値は上述のように算定された。一方、これらの値は幅があり、また他の計算式を用いた場合には違った値が算出されるケースもあって、厳密な値として取扱うことはできないが、計算の基礎となる Nsw 値の分布状況などを考慮すれば、一つの目安となる有効な値として把握することができると思われる。

ところで、15号掘立の柱痕は10基の柱穴全てに確認されたが、これは直径の平均10.3cmを測る円形のものである。従って、1本の柱が支持層に与える過重は45.909kg (qu-1)～55.209kg (qu-2) をわずかに上廻るものと推定され、建物総体の重量は約 460kg～550kg 強、およそ500kg 前後と想定される。一方14号掘立では、柱痕を計測できた柱穴は4本だけであるので問題はあるが、柱痕の径は平均12.75cmを計り、1本の柱が支持層に与えた過重は84.597kg (qu-1)～70.346kg (qu-2) 強となり、建物の総重量は約700kg～850kg、およそ800kg前後と推定される。



第5図 柱の直径と支持能力（矢印は14号・15号掘立の柱の平均直径）

さて、15号掘立の上屋構造を、切妻屋根で屋根の傾斜を45°、地面から梁あるいは桁までの高さを180cm、柱の長さを240cm、合掌を4本として、これらを柱の太さと同じ径10.3cmの丸太材と仮定する、更に屋根と壁をそれぞれのブロック毎の厚さ1cmの1枚板とする簡単な構造と仮定した場合、その体積は802036cm³となる。この時、建築材としてアカマツ材を用いるとするとその重量は417.06kg、ナラ材では545.38kgとなる。⁽⁴⁾一方4号掘立について同様の計算を行なった場合、その重量はアカマツ材で583.45kg、ナラ材では762.97kgが算出される。これらの重量はquから得られた過重に近似するため、14号・15号掘立の上屋構造は上述に仮定したような簡単なものであったものと推察される。

通常、発掘調査で得ることのできる掘立柱建物の情報は柱穴の位置や規模・柱痕などに限られ、上屋構造そのものなどその他の情報を得ることは希である。今回鳥羽遺跡の調査に於いては14号・15号掘立の柱の支持層が下方に塑性変形する特異な状況を認めたため、貫入試験を実施して上述のような成果を得ることができた。そこから引出される情報はある意味で目安にしか過ぎないものではあるが、掘立柱建物の構造を想定する上で有効な検証方法となるものと考えている。

最後に貫入試験並びに本稿の執筆に当たっては、大江正行、北爪健二、佐藤元彦、谷藤保彦、綿貫邦雄、特に豊島健一、原澤五郎の諸氏に御教示・御協力を賜った。記して感謝いたします。

註

- (1) 鳥羽遺跡の調査については、伊勢群馬県埋蔵文化財調査事業団「年報1」P30~31：昭和57年などで概略が報告されている。
- (2) 小松田精吉「土質調査の基礎知識」(鹿島出版会) P68~70
- (3) 社団法人全国地質調査業協会連合会編「建設技術者のためのボーリングポケットブック」(オーム社) 昭和49年 P149
- (4) ここに算出された掘立柱建物の重量は、木材の比重(新建築学大系編集委員会編「新建築学大系39 木質系構造の設計」) 彰国社昭和58年に収録されている気乾比重を用いて単純計算を行って得たものである。

参考文献

- 土壤物理研究会編「土の物理学 土質工学の基礎」(森山出版) 昭和54年のうち特に『7.1レオロジー』(東山勇)
最上武雄・福田秀夫「現場技術者のための 土質工学(改訂版)」(鹿島出版) 昭和53年