

大坂城石垣築造技術“普請”に関する地盤工学的考察について

Geotechnical Study on Construction Technology of Osaka Castle Stone Wall

渡辺 武*¹ 北川 央*¹ 佐々木 良作*²

石川 浩次*³ 溝口 昭二*⁴ 小野 諭*⁴

by Takeru WATANABE, Hiroshi KITAGAWA, Ryousaku SASAKI,

Kouji ISHIKAWA, Syouji MIZOGUCHI, Satoshi ONO

概 要

これまで、大坂城内の地質情報を基に直接的に大坂城石垣築造に関する工学的考察を試みた事例はほとんどない。本研究は、『大坂城地盤図』の作成を目的として、既存ボーリング資料を収集整理し、大坂城とその周辺の地形発達、地層区分、地下水位等について考察した。さらに、豊臣、徳川時代の各々の石垣築造技術“縄張り”、“普請”と基礎、地盤との関係を地質学、地盤工学および土木施工学的視点から総合的に評価し、以下の内容について検討したものである。

1. 大坂城内における既存地質資料の収集整理と地質学的、地盤工学的情報の抽出。
2. 大坂城の代表的な地質断面図の作成、大坂城とその周辺地盤を構成する上町台地の地形発達史、地層区分等についての考察。
3. 地質情報に基づく石垣基礎と支持層に関する土木施工学的考察。
4. 大坂城内の地下水位面と内堀、外堀、周辺河川の水面高さ等に関する考察。
5. 豊臣、徳川時代の石垣築造技術“縄張り”、“普請”と基礎地盤の総合的評価。

1. はじめに

大坂城（「大阪城」でなく「大坂城」と記す。また現存する石垣は徳川期大坂城石垣であり、以後本文では単に大坂城石垣と呼ぶ。）の位置する地盤に関する科学的調査は、昭和34年に発会した大坂城総合学術調査団の科学班による地質、土質調査に始まるが、それ以後の調査は本丸や二の丸の地下に眠る石垣遺構の位置確認を主としたものである。そのため大坂城敷地内で実施された数多くのボーリング資料を基にした直接的な地盤の研究や石垣築造に関する工学的考察を試みた事例はほとんどない。

一方、上町台地を含めた大坂城周辺の地盤については、新編大阪地盤図や関西地盤等において考察されており、ほぼ全容が解明されている。がしかし、これら多くの文献の中では大坂城の部分だけはデータ空白域になっている。

keywords : 大坂城, 石垣, 築造技術, 地盤特性

*1 大坂城天守閣 (〒540 大阪市中央区大阪城1-1)

*2 正会員 兵庫県土木部河川開発課 (〒650 神戸市中央区下山手通5-10-1)

*3 正会員 中央開発株式会社 (〒169 新宿区西早稲田3-13-5)

*4 正会員 中央開発(株)大阪事業部 (〒564 吹田市垂水町3-34-12)

そこで本研究（「建設文化としての大坂城石垣築造に関する総合研究」）においては、『大坂城地盤図』を作成することも研究目的の一つとして調査に着手した。

今回の調査においては、いままで大坂城内で実施されたボーリング資料を収集整理し、これら地質情報から城内とその周辺地域の地形発達、地層区分、地下水位等について既存資料と整合させながら考察する。さらに、豊臣、徳川時代の石垣築造技術の“縄張り”、“普請”と基礎地盤の関係を地質学、地盤工学および土木施工学的視点から評価するものである。なお、本文は、既存資料に基づく知見をとりまとめたものであり、最終的には今後計画している現地調査を含めた考察を行う予定である。

2. 大坂城に関する既存地質関係資料について

本研究は、大坂城天守閣に所蔵する数多くの関係資料、報告書、文献を参考としたが、これらのうち地質、土質に関する報告書を表－1に示す。これらの調査位置の代表地点を図－8に記す。

これら報告書は、当初は本丸における石垣遺構の位置、形状を推定するためのボーリング調査であり、土質区分が主体であったが、順次、地山と盛土を区分することや東西、南北方向の地盤構成を把握するためにN値測定も行っている。昭和50年以降の調査の一部には地下水位の記録も見られる。ボーリング数量は局所的な範囲に限られるものの地下埋蔵物を面的におさえるために本数が多くなっている。

3. 大坂城の基盤（上町台地）の地形・地質

3-1. 地形の概要

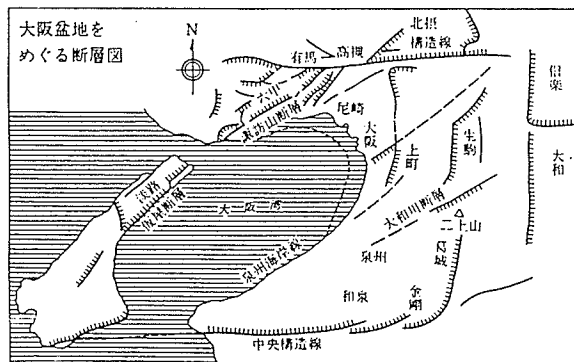
(1) 大阪盆地の地形

大阪湾を含む広義の大阪盆地は、図－1に示すように、北を北摂～六甲山地、東を生駒～金剛山地、西を淡路島、南を和泉山地に囲まれ、その内部に楕円形の大阪湾をとり囲むように丘陵・台地・平野が発達している。山地は、第三紀以前の固結した丹波層群、有馬層群、六甲・生駒花崗岩類などの基盤岩類によって構成されている。

丘陵は、主として大阪層群によって構成されているが、神戸層群・二上層群が分布する。大阪層群は、千里丘陵、枚方丘陵、泉南・泉北丘陵などに広く分布し、一般に緩く傾斜する未固結粘土・砂・礫およびこれらの互層よりなる。台地は、丘陵と沖積平野との間にある平坦な堆積面をもつ部分で、段丘地形を呈するところが多い。

表－1 大坂城地質調査関係資料一覧表

No	調査名	年度	主な調査内容
1	大坂城総合学術調査	S34	ボーリングn=3本、 $\Sigma l = 57.5$ m
2	大坂城天守閣石垣基礎調査	S39	ボーリングn=6本、 $\Sigma l = 70.0$ m
3	大坂城旧石垣位置調査工事	S40	ボーリングn=27本、 $\Sigma l = 309.1$ m
4	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S43	ボーリングn=16本、 $\Sigma l = 206.2$ m
5	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S49	ボーリングn=13本、 $\Sigma l = 176.0$ m
6	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S50	ボーリングn=17本、 $\Sigma l = 155.0$ m
7	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S51	ボーリングn=6本、 $\Sigma l = 123.0$ m
8	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S52	ボーリングn=5本、 $\Sigma l = 85.0$ m
9	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S53	ボーリングn=3本、 $\Sigma l = 72.0$ m
10	大坂城本丸地下石垣遺構確認調査	S54	ボーリングn=3本、 $\Sigma l = 73.0$ m
11	大坂城地下石垣遺構確認調査	S55	ボーリングn=3本、 $\Sigma l = 69.0$ m
12	大坂城二の丸地下石垣遺構確認調査	S56	ボーリングn=3本、 $\Sigma l = 71.5$ m
13	大坂城本丸地下石垣ボーリング調査	S62	ボーリングn=8本、 $\Sigma l = 59.5$ m



図－1 大阪盆地をめぐる断層図

沖積平野は、沖積層の堆積面であって、沿岸部ならびに河川沿いに広がり、六甲山地から豊富に供給された砂礫によって武庫川はデルタをつくり、東大阪では内陸盆地型の低地が形成されている。その中央を南北に延びる上町台地によって、それは東側の河内盆地と狭義の大阪盆地とに分かれ、上町台地（上町上昇帯）の北への延長上には千里丘陵がある。淀川はこの上昇帯を先行的に横断して流れているために、運搬物質は河内盆地に貯留されることになり、河口には大きなデルタをつくらなかった。

(2) 上町上昇帯

大阪平野の中心部でボーリングによって基盤岩が確かめられたのは、大阪市都島区のOD-2（深度656 mで領家花崗岩）だけである。この付近は大阪平野の中央を南北に連なる上町台地の北への延長部に位置し、上町台地の地下には、図-2に模式的に示されるように、西大阪の沿岸部と東大阪の平野部で深度250m～420 mにある大阪層群Ma 3層～Ma 6層層準が地表近くに分布しており、上町台地が基盤岩の上昇に起因する堆積層の隆起帯であることを示唆している。

OD-1とOD-2とは水平距離にして7 km程度であるにもかかわらず、Ma 3層（約80万年前）を基準にすると最大約400mの変位量を示すということは、両者の間に大規模な基盤岩の断層が存在することを意味する。この断層は上町断層と呼ばれている。その運動によって大阪層群は図-2および図-3に見られるように大阪平野を東西に2分する非対称な撓曲を伴う背斜構造をつくり、西側の急斜帯に小断層が発生している。この上町上昇帯（または大阪地下山脈）の存在は、大阪地盤の大きな特徴であって、上部洪積層や沖積層の分布にも影響を与えている。

3-2. 地質の概要

(1) 地質層序

大阪平野地下の地質状況の概要は、丘陵地の層序学的研究と、数100mに達する深層ボーリングに基づいて推定されており、大阪盆地の中心部に

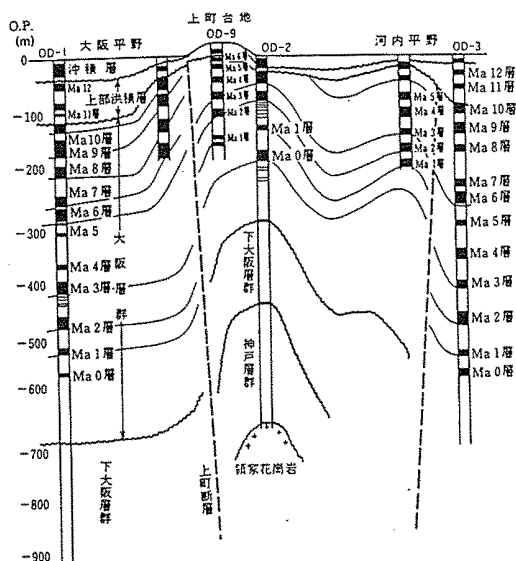


図-2 深層ボーリングによる
大阪平野の地質層序

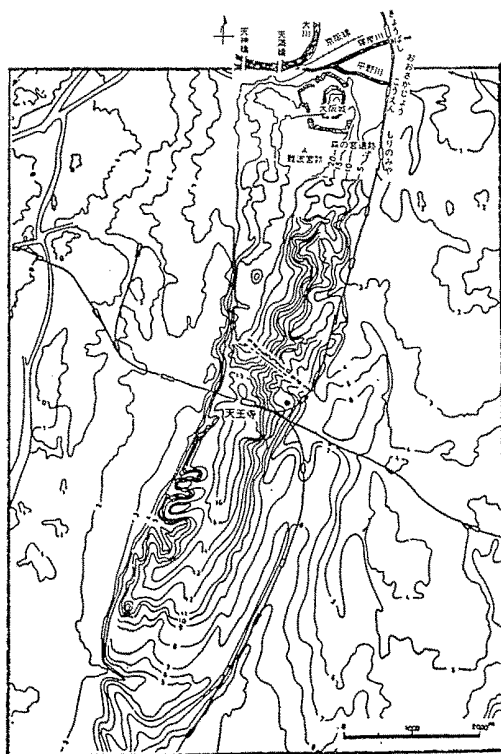


図-3 上町台地の地形

平野地下の地質層序は、図-2のように、神戸層群・二上層群、下大阪層群、大阪層群、上部洪積層、沖積層（難波累層）に区分された。

これらのうち、低地から丘陵にかけて分布し、土木建設の主たる対象となる大阪層群上部・上部洪積層・難波累層は、巨視的には、数m～10数mの厚さの海成粘土層と淡水成の砂・礫層よりなるデルタ性の互層となっている。海成粘土層はいずれも内海・内湾性の堆積物であって、氷河性海水面変動に伴う海進・海退による堆積サイクルを示している。したがって、各デルタ性堆積サイクルの間には、数千年～数万年オーダーの時間間隙が予想される。

[illegible]

図-4 大阪平野の上部洪積層、沖積層の対比表

[illegible]

図－５は大坂城南側の中央大通りの東西断面である。この断面においては、 $0P \pm 0$ mより下位に分布する大阪層群は、西に向かって急で、東に向かって緩い非対称の背斜構造をなし、背斜軸は上町台地の西縁部付近にある。背斜軸の西側の推定断層が上町断層である。この部分では、基盤は断層構造であるが、被覆層の大阪層群や上部洪積層は小断層を伴う撓曲構造と推定されている。

4. 大坂城の地盤図

— 612 —

とともに、鍵層となる粘土層の上下面の等高線図を作成するとともに城内でのボーリング位置等を考慮して図－6，7に示すように天守閣、本丸付近を含めた南北断面と東西断面に示すような2測線をもうけた。なお、平面的な測線位置を図－8に示す。

ボーリング資料等から人工盛土（豊臣時代、徳川時代）と地山の区分を明確に行うのはかなり困難であり、主に既存の報告書の記載数値を参考にして横断面図に示している。また大坂城周辺の地山線は現地形にすりつけることで推定している。

なお、断面図の高さは大坂城天守閣所管の1/500 空撮平面図から読み取っている。

(1) 南北断面に見る大坂城の地盤

大坂城の地盤は、大きく地表面から4つに区分される。上から順に、

盛土	豊臣、徳川、現代の人工盛土	標高 (O. P.) 20～30m
地山	粘土、礫混じり砂礫層…第1洪積砂礫層	15～20m
地山	粘土層……………M a 12	8～15m
地山	砂礫層……………第2洪積砂礫層	8 m以下

地山としている砂礫、粘土の互層は上部洪積層とされる上町層の上部、中部、下部に該当するものと思われる。このうち、中部の粘土層は、これまで上町台地北部の法円坂付近で O. P. + 5～10m付近に分布し M a 12とされる海成粘土層に相当すると思われる。今後予定されている城内でのボーリング調査によって、これら層序区分を把握することで周辺地盤との関連がより明らかになるものと思われる。北外堀から平野川にかけては、上部洪積層を沖積層が不整合に覆っていると思われるが詳細は不明である。

(2) 東西断面に見る大坂城の地盤

東西断面については、ボーリング数が少なく南北断面に比べ地層区分が明確でないが、東西方向にも標高10m前後に M a 12とされる粘土層が分布している。

特に、空内堀の東部から玉造口門付近で得られたボーリング資料からはその連続性が確認できる。

大坂城東側の森林公園からグランドにかけての沖積層の分布も明らかでないが、南北断面同様に新編大阪地盤図等から推定している。

(3) 粘土層の上下面等高線

図－8に粘土層 (O. P. + 10m付近に存在する M a 12相当層と推定される) 上面の等高線図を示す。これより粘土層上面は本丸から西側においてはほぼ水平に堆積しているが、東側においてはやや盛り上がった状況を示している。東西断面に見られる様に東側二の丸部分では連続性の良い粘土層の分布が見られ、ボーリング柱状図から判断すると地山と考えられる。がしかし堀の掘削土を盛り上げた可能性もあり、詳細については今後の検討課題である。図－9に粘土層下面の等高線図を示す。ここでも大坂城本丸付近がやや高くなるコンター図を描いている。

5. 大坂城の地盤情報

5-1 地下水

大坂城内の地下水位測定可能な場所としては天守閣小天守台上の‘金明水’井戸と博物館北東隅の‘銀明水’井戸跡、周辺では内堀、外堀（南、西、北）、平野川の自由水面がある。定常的な地下水位自由水面の位置は不明であるが、既往の報告書に記された記録と合わせ、最近の測定値を図－10の断面図に示す。

各堀の本来の自然水位は不明であるが、後述する南外堀への注水の結果、近年の各堀の水位の高さ関係は、

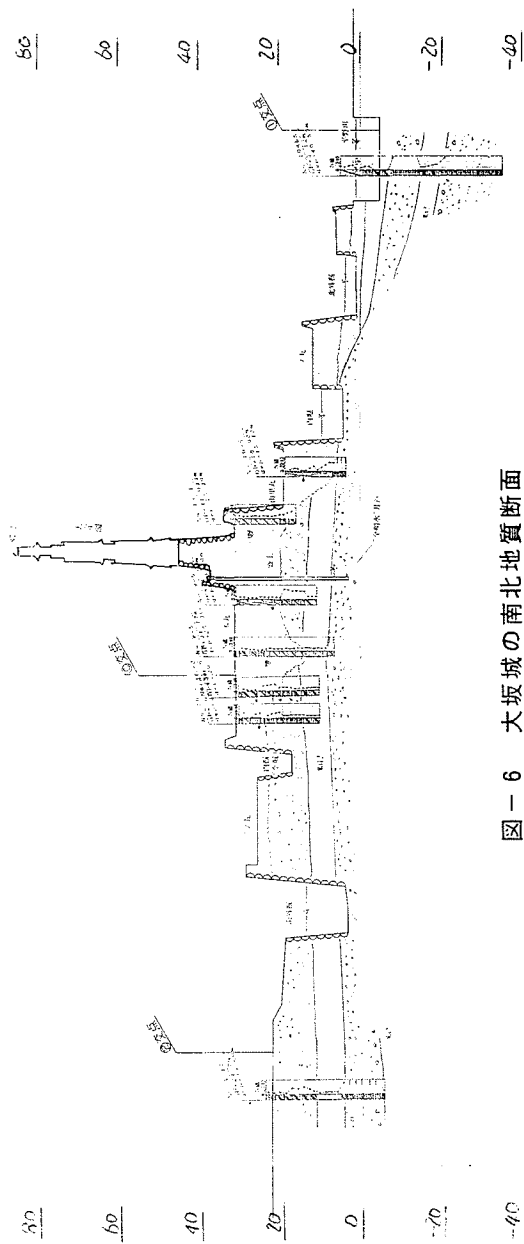


図 - 6 大坂城の南北地質断面

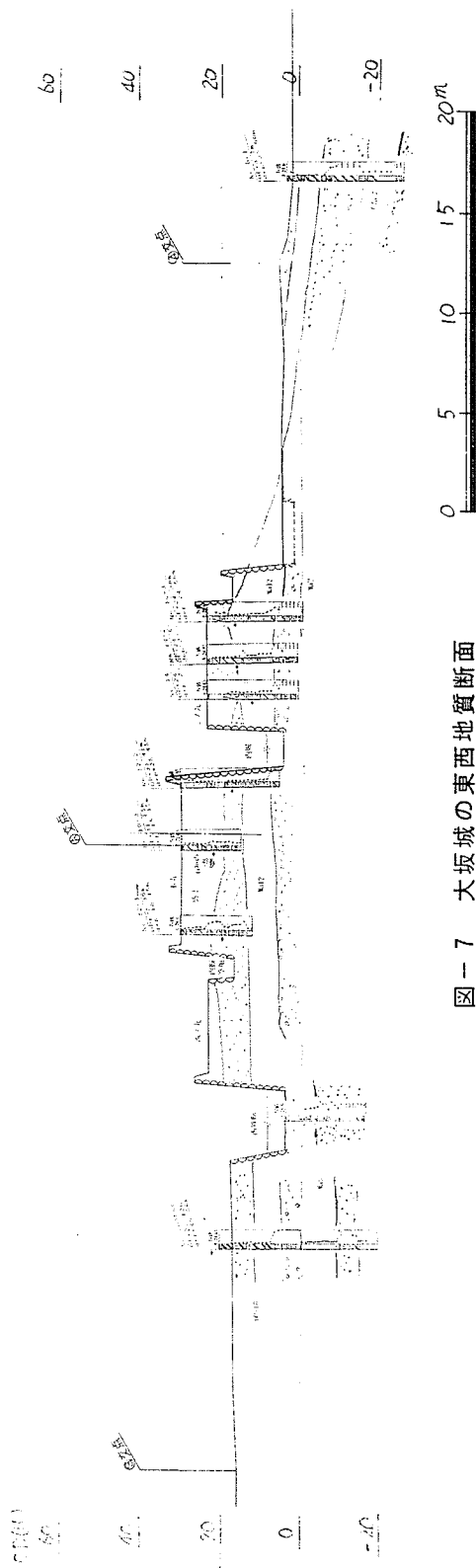
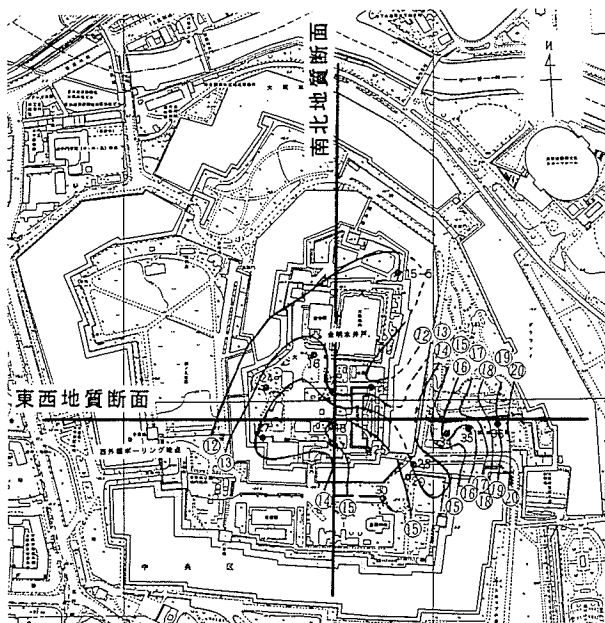
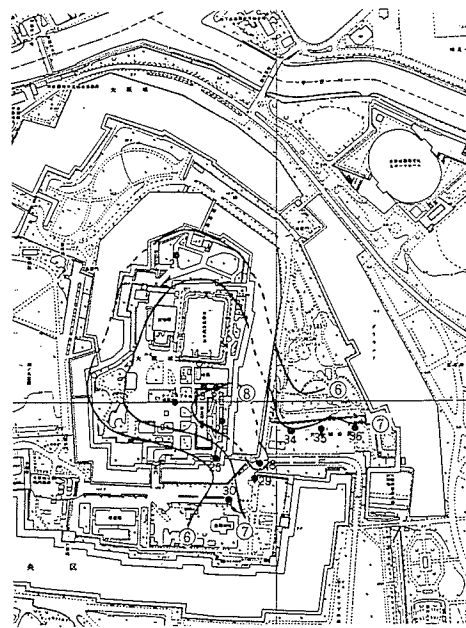


図 - 7 大坂城の東西地質断面



図－8 大坂城のM a 12相当粘土層上面等高線



図－9 大坂城のM a 12相当粘土層下面等高線

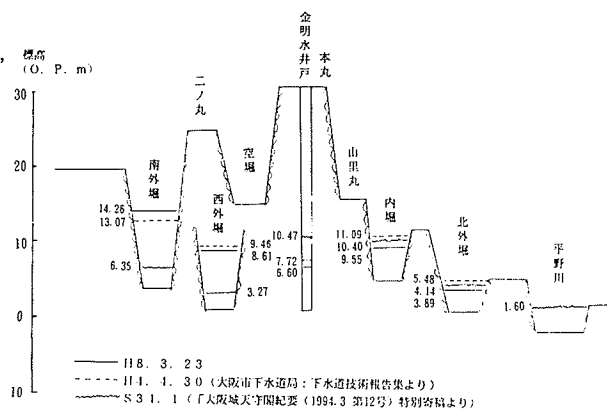
南外堀が最も高く、続いて内堀、西外堀、北外堀、平野川の順になっている。

昭和20年代後半から大阪市内で地下水の汲み上げが盛んに行われ、その影響で、西外堀が低下し昭和34年には堀底が表れるようになり、昭和46年には南外堀も枯れるといった状況であった。こうした経過を踏まえ、堀の景観保全対策として昭和45年から大坂城の東部にある中浜下水処理場から処理水が南と西外堀に注水されている。注水量はあわせて日量約4000 m^3 程度である。

各堀からの流出や堀間の水の流れについて詳細な調査はされていないが、下水道局の報告によれば、南外堀に注水された水はほぼ西外堀以外の部分に流出しており、西外堀から北外堀へは日量約1100 m^3 が流出している。

一方、天守閣小天守台に設けられた‘金明水’井戸は深さが約35m、水面はO. P. + 6.6mであり、内堀の水位（常時O. P. + 9.5m）より低くなっている。井戸は第2洪積砂礫層に達しており内堀の水位とは連動せず、被圧水として存在していると思われる。

本丸周辺で実施されたボーリングによる地下水位は概ね地表面から7～8 m (O. P. + 23～24m) であるが、これらは盛土地盤に生じた宙水であると思われる。



図－10 大坂城の井戸および堀水位 (O. P. m)

5-2 物理・力学特性

西外堀の堀底地盤の調査結果を表-2に示す。これより堀底はG.L.-8.0m付近まで粘性土が主体の地層となり、それ以深には砂層がG.L.-20.0mまで堆積している。以下、村山論文を参考として記述する。石垣の刻印調査によると、西外堀の千貫櫓下の隅石に打たれた刻印は「六つ目」から上の数字が地上に現れており、「五つ目」以下は堀の下に隠れているという。この石垣石1個の高さは平均1m位であるから、石垣の根までの深さ（根入れ深さ）は約5mと推定できる。

この粘性土の物理および力学特性はMa12層のそれと同程度の値を示しているが、西側の柱状図と比較するとMa6以深に相当すると考えられる。圧密降伏応力は過去に受けた圧力の最大値を示しており、この圧力が堀底の粘性土を覆っていた地下水位以上に存在していた土圧によって生じたと仮定すると、土の単位体積重量は約 1.6 tf/m^3 とみられるから、過去に覆っていた土の高さ（土被り厚さ）は50m（ $80 \div 1.6 = 50$ ）と計算される。

上町台地の上昇とそれに伴う侵食作用の結果、土被り圧が除かれたことが予想される。

5-3 支持力（石垣基礎地盤）特性

石垣底面が表-2の砂質粘土層に施工された場合の支持力度を算定する。水平な地盤の根入れ深さDの位置に水平に置かれた長方形の基礎の極限支持力（破壊を始める支持力） q_f は次式で与えられている。

$$q_f = wD + 2.85 q_u (1 + 0.3B/L)$$

ここに、 q_u は基礎地盤の土の一軸圧縮強さ、 w は基礎底面より上方にある地盤の土の単位体積重量であり、根入れ部が地下水面下にあるので水の浮力を受け、 w は、 $w_s (=w-1)$ を用いる。 B と L はそれぞれ長方形の基礎底面である。

いま計算上の仮定として、石垣は鉛直に立っており、石垣の根は堀底下5m（ $D=5\text{m}$ ）にあり、その底面の形は正方形（ $B=L$ ）をなし、石垣の地点の水位は堀底に一致し、土の単位体積重量 w は $w=1.6 \text{ tf/m}^3$ とする。一軸圧縮強さ q_u の値はN値から推定する。それに用いるN値は基礎底面から基礎幅の2倍程度の深さにおけるN値の平均値を用いる。ここではG.L.-7.00mのN値を平均値とみて、 $N=28$ と仮定する。これより堀底地盤の極限支持力 q_f は次のように計算される。

$$q_f = (1.6-1) \cdot 5 + (2.85 \cdot (28/8) \cdot 1.3) = 130 (\text{tf/m}^2)$$

一方石垣の堀底上の高さは約20mあり、根入れ部の5mは地下水面下にあつて水の浮力を受けるから、石垣の単位体積重量を 2.7 tf/m^3 とすると、この石垣の底面における鉛直圧力 p は次式で求められる。

表-2 西外堀地点調査結果および大阪平野洪積層の特性

深度 G.L.-(m)	標高 o. p. (m)	土質名	粒度特性* %	コンソリダ-特性** %	N値および 一軸圧縮強さ	圧密降伏応力 (kgf/cm ²)
0.0	1.2	粘性土	C 30 M 50 S 20	PL = 30 ~ 60 W _n = 50 ~ 80 LL = 90 ~ 120		7.8 ~ 9.2
4.5	-0.3	砂質粘土	C 20 M 40 S 40	PL = 20 ~ 30 W _n = 30 ~ 60 LL = 50 ~ 90	N=24~32	
8.0	-3.8	砂	C 5 M 15 S 80	W _n = 10 ~ 20	N=24~28 (粘土状土層) N=50以上 (砂層)	
20.5	-16.3					
大阪平野における 平均的な特性値		Ma12層	C 50~70 M 20~40 S 0~10	PL = 35 ~ 45 W _n = 75 ~ 85 LL = 110~130	5~8 kgf/cm ² (一軸圧縮強さ)	4~8
		Ma11層		PL = 20 ~ 40 W _n = 45 ~ 55 LL = 70 ~ 90		
		Ma6層			1~4 kgf/cm ² (一軸圧縮強さ)	17~40
		天然砂	C・M 10 S 70 G 20		N=40~50以上	

(注) * C=粘土、M=シルト、S=砂、G=礫分をそれぞれ示す。

** PL=塑性限界、LL=液性限界、W_n=自然含水比

$$p = 2.7 \cdot 20 + (2.7 - 1) \cdot 5 = 62.5 \text{ (tf/m}^2\text{)}$$

以上はかなり概略の計算であるが、石垣の重量圧 62.5tf/m^2 に対し、地盤が破壊に至る極限支持力は 130tf/m^2 であって約2倍の安全率があることが、計算では示され一応の地耐力の目安が得られた。また石垣の重量圧の 62.5tf/m^2 は過去の土被り圧の 80tf/m^2 よりも小さく、石垣の築造によって生ずる粘土層の沈下を少なくする施工であったことも知られた。

また、砂、礫層を石垣基礎の支持層とした場合、粘性土層の下部に厚く堆積する砂層はN値50以上のよく締まった層である。この層は現在の建築基礎地盤として重要な役割をしている天満層あるいはその上下層に相当する層と考えられる。大阪駅南前方における杭の鉛直載荷試験結果より、礫混じり砂層（N値50以上、層厚10m以上）の洪積層で長期許容支持力度が 250tf/m^2 は期待できると判断されている。従って、南、北外堀などにおける砂層を石垣基礎の支持層とした場合には十分にその地耐力は得られていると考えられる。

6. 石垣築造技術‘縄張り’‘普請’と地盤

①石垣築造と地盤

横断面図等から、内堀、外堀の石垣の基礎は、支持層として十分な第2洪積砂礫層に求めていることは明らかである。

一方、空内堀は第1洪積砂礫層に基礎を求めて築造しており、粘土層の手前で根入れを止めている。

②石垣築造と地形

大坂城の南側に続く上町台地の標高は高い部分で22~23mあり、南面に対する要塞として城（二の丸）にはある程度の高さが必要であることから、必然的に南面する内堀の石垣も高くなるが、空堀という手法で石垣高さを抑えている。

二の丸の外堀に面する石垣は南、西、北それぞれ高さは異なっているが、南外堀は要塞の機能に加えて城正面の威風を保つ目的から構造的にもすぐれた形状になっている。

北面は本丸（o.p+32m）、山里丸から二の丸にかけて急勾配となっており、平野川（o.p+2 m）までの約30 mの落差は自然地形を利用した要塞といえる。

③堀の水を溜める機能

前述したように、現在の水位は外堀のうち南外堀が最も高く、池の形態は堀込み式貯水池になっている。大手門と玉造口の通路（土橋）は機能的には堀の水を溜める堰堤（ダム）の役割を果たしている（大手門H = 9 m, 水位差 6 m, 玉造口H = 22m, 水位差 8 m）。前述の下水道局の報告によれば南外堀からの流出は堀底全体から周辺地盤に及んでいるようであり、水を止める堰堤としての機能が備わっているものと思われる。仮に、堰堤部が自然地盤のままであれば粘土層は不透水性材料として役立っているといえる。

④‘金明水’井戸

大坂城天守閣小天守台の‘金明水’井戸の深さは、35mであり、第2洪積砂礫層に達している。渇水時にあって城内での飲み水を、確実に確保するためにはこの深さは絶対必要であったものであり、井戸掘職人の技術が偲ばれる。

7. 今後の課題

①今後実施する大坂城内の地質調査により海成粘土（Ma12）をはじめとする上町層の層序区分を明らかにして周辺地盤との整合性、連続性を検討する。

②地山線をより明らかにすることで自然地形と現地形を想定し、堀の掘削土量と本丸等の盛土量等の関係について考察する。

③金明水井戸水面が本丸周辺の内堀水位より低くなっていることについては内堀石垣の基礎位置、構造等との関係をさらに調査することでその現象を説明する。

④石垣の安定には裏込栗石の効果が大きく役立っていると思われるが、今後は栗石の種類、形状、厚さ等についての考察が必要である。

8. あとがき

先人の残した偉大なる石垣文化に対して、大坂城の地盤図を作成し‘普請’を地盤工学的に考察するということを大前提として、数多くの資料を用いて作業に取り組んでおり、現在はその第一歩である。

今後、いろいろな形で関連する調査が実施される場合に、こうした考察や課題を念頭において、より効率的な調査がなされるための参考になれば本研究会の目的の一部が達成できると考える。

約 400年間謎に包まれていた大坂城石垣について科学的に調査が始められてまだ半世紀もたっていないことを考えると、今後も地道な調査の継続が必要と思われ、関係各位の御教示を宜しくお願いしたい。

大坂城石垣築造技術‘普請’について、歴史的な面、地盤・岩盤工学的な面、等の多方面から現在研究を進めており、本文は現時点での成果を整理したものである。なお、本研究は、平成7・8年度文部省科研として行っている「建設文化としての大坂城石垣築造に関する総合研究」（委員長 天野光三、副委員長 西田一彦・渡辺武）の一環であり、関係各位に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 山根徳太郎(1954)：大阪城址の文化史的研究，大阪市立大学大阪城址研究会予察報告
- 2) 大阪城天守閣(1984)：大阪城天守閣紀要 第12号（大阪城学術調査特集号）
- 3) 村山朔郎(1984)：大坂城の地盤調査と地下石垣の発見，大阪城天守閣紀要 第12号
- 4) 渡辺武(1983)：図説 再見大阪城，大阪都市協会
- 5) 宮上茂隆・穂積和夫(1984)：大坂城 天下一の名城，草思社
- 6) 大阪市下水道局(1993)：下水道技術報告集No.12
- 7) 中生古幸次郎・中川要之助・柴山元彦(1978)：表層地質図 大阪西北部・大阪東北部，大阪府
- 8) 日本建築学会近畿支部・土質工学会関西支部(1966)：大阪地盤図，コロナ社
- 9) 土質工学会関西支部・関西地質調査業協会(1987)：新編大阪地盤図，コロナ社
- 10) 土質工学会関西支部(1992)：関西地盤
- 11) 土質工学会(1997)：大阪地盤 ― 特に洪積層の研究とその応用 ―
- 12) 断層研究資料センター，災害科学研究所(1991)：上町断層研究会資料集
- 13) 断層研究資料センター，災害科学研究所(1993)：大阪をめぐる四大活断層資料集
- 14) 市原実(1993)：大阪層群，創元社
- 15) 市原実(1991)：大阪とその周辺地域の第四紀地質図について，大阪層群を中心に，アーバンクボタ30
- 16) 日本の地質『近畿地方』編集委員会(1987)：日本の地質 6 近畿地方，共立出版
- 17) 活断層研究会(1980)：日本の活断層，東大出版会
- 18) 梶山彦太郎・市原実(1986)：大阪平野のおいたち，青木書店
- 19) 菅野耕三(1990)：大阪 自然の歴史，コロナ社
- 20) 地学団体研究会大阪支部(1987)：おおさか自然史ハイキング -地質ガイド，創元社
- 21) 土質工学会関西支部(1992)：関西地盤の地質構造と土質特性に関する最近の知見シンポジウム発表論文集
- 22) 土木学会関西支部・土質工学会関西支部(1990)：関西の大深度地盤特性講演シンポジウム発表論文集