地質地形条件を考慮した宅地適性の1表示法

高谷 好一* 西田 一彦**

A New Method to Express The Suitability of
Building Site from View Point of Geology
Topography and Soil Condition.

By Yoshikazu TAKAYA
Kazuhiko NISHIDA

Abstract

The selection of building site is the most important work for engineer in stage of planning. Recently many failures of building site occur at the foot of mountain and hill region.

Most of them seem to be caused by inadequate condition of the site. When we select the building site, we usually examine rather empirically several factors such as geological topographical hydrological and soil condition.

The project being comparatively small and limited, engineer is able to analyze stable condition by applying of soil mechanics principle. But the area concerned having great extension and variety, we must treat many factors affecting the stability of the site as geology topography soil sight view, traffic condition etc.

We have hitherto treated these factors empirically and fragmentally. Now in this paper we propose a new method to express these factors more rationally than before.

The factors treated in this paper are limited in geological topographical and soil condition and they are replaced into a standard term suitability index which is calculated by soil mechanics principle.

The suitability index being a function of soil and rock properties (c , ϕ) and gradient of the slope (θ) means possible maximum width of even site plane that is formed by cutting and banking of soil or rock.

Thus the factors discussed fragmentally before are comparatively synthetic expressed.

This method however is not available for exact analysis of stability of relatively small and limited site because the stability of the site is affected considerably by another local minor factors.

This method therefore is valuable as a standard to determine adequate site in primary stage of site planning.

* 明治建設株式会社

** 京都大学工学部土木工学教室

1964.5月22日受理

まえがき

最近、人口が都市に集中し、その周辺部に宅地が広がりつつある。都市が山岳部、丘陵部に近い所では、いきおい山ろくの傾斜地や丘陵部が宅地として選ばれることが多い。この山ろく傾斜地帯や丘陵部を構成するものは、種々の地質・岩石あるいはそれらの風化物、崩積層である。そしてこれら地質、岩石の性質と風化の程度及び、それからもたらされた土の性質などと地形の状態などは、その場所が宅地として適当か否かの1つの目安となる。個々の場合の適性についてはその場合、場合で土質力学的な検討を行なうことによって施工の規準を決めることができるが、広範囲な場所において適当な宅地を選定する場合には広い視野からの検討が第1段階として必要である。またこのようなことは、宅地のみならず、それに附随する道路建設にも必要なことである。

最近、傾斜地に造成された宅地がひんびんと崩落などの事故を起し、災害を起しているがこれは、もともと無理な自然条件をかえりみず、強引な工事を行なったと云うことも1つの原因であろう。筆者らは、主として京都市周辺の山ろく地帯(200m以下)をサンプルとして取上げ、地質、岩石の性質、土質及び地形を組合せて宅地としての適性を考慮する場合の1規準を求めた。以下その結果について報告する。

1 地質地形の概要

1-1. 地質と土質

京都盆地周辺は図-1のごとく東山、西山、北山とほとんど古生層の粘板岩、砂岩、チャート、シャールスタインなどで占められ、東山と西山の一部に花崗岩質岩石が存在する。¹⁾ここで取扱う対象は標高200m以下であり、その部分は上記の岩石と、それからもたらされた堆積物であって、大阪層群(第3紀末~第4紀)及び、現世の扇状地堆積物が存在する。扇状地堆積物、崩積層、及び基盤岩の風化が進んでいる所以外は、一般にかなり急勾配で切取可能である。しかしこれらの種々の岩石は掘削、切取を行なえば盛土材料として利用できるものである。上記のような岩石が切取られあるいは分解して土となれば、それぞれ独自の性質をおび、異なった特性を示す

図-1 京都盆地周辺の地質図
(松下進教授らによる)

と考えられる。いま、基盤岩とそれよりもたらされた土の性質を既出の資料より²⁾³⁾⁴⁾表-1のように仮定する。

表 - 1

岩 質	内部マサツ角 ϕ	粘着力 C	土の単位体積重量 γ
花崗岩			
A 新鮮なもの	45°	0.05 kg/cm ²	$\sqrt{3}$ g/cm ³
B 風化したもの	32°	0.1	$\sqrt{3}$
C マサ状に風化したもの	26°	0.1	$\sqrt{3}$
古生層			
A 頁岩, シャールスタイン	24°	0.2	$\sqrt{3}$
B 砂岩, チャート	26°	0.2	$\sqrt{3}$
大阪層群			
A 礫の多いもの	22°	0.3	$\sqrt{3}$
B 粘土の多いもの	19°	0.4	$\sqrt{3}$

ϕ , C , は既出のデーターに基づいて仮定したものであり γ は後の計算の都合上一律に $\sqrt{3}$ とした。扇状地の部分は礫質の所と砂質の所によって ϕ , C , を適当に仮定した。これらはいずれも一たん攪乱された状態を考えている。

1-2. 地 形

京都盆地周辺は3方を古生層と花崗岩からなる山地で囲まれており、その斜面にかなり急に平地にせまっている。標高200m以下の部分ではこの急峻な山地からはき出された屑碎物によって扇状地や、第四紀層の段丘が形成され、かなりゆるやかなスロープとなっている。この200m以下の部分について、地形の急、緩によっていくつかの区分が可能である。いま各部分の傾斜を算出すると、図-2のように1/25,000の地形図上に1辺1cmのゴパンの目を描く、そしてこれに内接する直径1cmの円を描き、さらにこの円内に中心価を8等分する直線を描く、この4本の直径が10mの等高線を切る数を数えれば、この地域内での傾斜角 θ は次のごとくして求められる。

$$\tan \theta = \frac{10(\text{m}) \times (N_A + N_B + N_C + N_D)}{1000 \text{ m}} \dots\dots\dots (1)$$

図 - 2

ただし N_A , N_B , N_C , N_D , は直線が等高線を切る数である。そして各マス目について求めた θ をこの地域での平均傾斜とする。これによって、この地域の地形を表示する。

2. 宅地造成の規準

山ろく地帯，丘陵地帯の傾斜地に宅地を造成する場合，一般に，切り取り，盛土のくり返しによって階段状に敷地を造成する方法がとられている。この方法は，施工の点でも，安定性の点でもより好しい形態であろう。そこで，本研究でも，斜面が宅地として造成される場合，図-3のようになると思う。

図 - 3

すなわち $\triangle OYZ'$ の岩を切り取り，それを $\triangle OXZ$ に盛土するとすると，このとき利用できる平坦面は $\overline{XY}$ で表わされる。この $\overline{XY}$ の長さはもとの斜面の傾斜と盛土の土質に關係して決まる値であり，傾斜がゆるく，盛土材料がよければそれだけ $\overline{XY}$ は大きくなる。したがってこの $\overline{XY}$ の長さでもって造成地としての適性を判断する1つの規準とすることができ。

ところが，このとき種々の条件を考へる必要がある。すなわち，

- a) $\triangle OXZ$ と $\triangle OYZ'$ との組合せは斜面にそって無限にできるものと仮定する。
- b) 最初の地表面は表土が存在しなかったと仮定する。
- c) 滑り面は基盤を切らず，盛土中に生ずる。
- d) 地表面上の荷重は無視する。

3. 斜面の安定

ここで，上記のように段切り状に宅地を造成するとき，切り取りとその上の盛土の部分に斜面ができる。この斜面をゆるくするとそれだけ平坦地は減少し，急にすればそれだけ増加する。また，斜面の高さと勾配は土質によって，どちらかが決まれば他方が決まる。

図 - 4

いま，斜面には何も人工的に施工（石垣，擁壁など）しないとして，ある角度に決めると，土質によって盛りうる可能な高さ（critical Hight）が決まり，もとの傾斜面の角度によって平坦部の可能な長さが決まる。この長さはノリ面の傾斜角を決めると C ， ϕ ， θ のみの関係となり，その場所の地質と土質の適否を示すことになる。ここで限界高（critical Hight）さとは図-4のようになる。⁵⁾⁶⁾ すなわち，盛土材料が粘性土が乏しく，砂もしくは礫が多ければ，滑り面の形は直線と仮定でき，ノリ尻を通る。

そこで土塊 ABC が AC にそって滑るものとすれば，その時のつり合は，

$$W_p = W_v \tan \phi + C \cdot \overline{AC} \dots\dots\dots (2)$$

$$W_P = \frac{1}{2} \gamma \overline{AB} \cdot \overline{AC} \sin \eta \dots\dots\dots (3)$$

この(3)式より最大の C を求めると

$$\frac{dC}{d\eta} = 0 \text{ より } \eta = \frac{\omega - \phi}{2} \dots\dots\dots (4)$$

この η をもちいて限界高さ H_C を求めると

$$H_C = \frac{4C}{\gamma} \cdot \frac{\sin \omega \cos \phi}{1 - \cos(\omega - \phi)} \dots\dots\dots (5)$$

となる。そこでいまノリ面傾斜 ω を 60° とすると

$$H_C = \frac{4C}{\gamma} \cdot \frac{\sqrt{3} \cos \phi}{2 - (\cos \phi - \sqrt{3} \sin \phi)} \dots\dots\dots (6)$$

4. 適性指数 N の算定法

前述のように段切の場合の平坦部の長さは宅地の適性を表わす1つの目安となるからこの長さ(m)でもって適性指数とする。

そこで、この場合地表傾斜を考慮すると

図-5のように平坦面 $\overline{XY}$ は

図 - 5

$$\overline{XY} = 2(H_C \cot \theta - H_C \cos \omega) \dots\dots\dots (7)$$

となり、いま ω を 60° とし、 H_C に安全率2を見越して造成地としての適性指数 S を求めると

$$S = H_C \left(\cot \theta - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) \dots\dots\dots (8)$$

となる。

5. 表 示 法

S は支えられた土質で盛土した場合の限界高さに対応する平坦面の巾を安全率で除したものであり、その単位はメートルである。

(8)式を用いて、地形解析から求めた各地点の傾斜角 θ と土質から仮定した C 、 ϕ によって H_C 、 S を算出し、各ゴパンの目で区切られる地点の適性指数を算出する。その時は、 S はメートルであるの

で、これを次の5段階に分ける

1. 0 ~ 30 m
2. 31 ~ 50 m
3. 51 ~ 80 m
4. 81 ~ 130 m
5. 131 以上

そうすると各ゴパンの目の適性指数の段階がわかり、全地域について、計算すると1枚の適性図ができる。これが図-6である。これをみると、地形の因子がかなり大きく影響しているようであるが、比較的よくわかる。

6. 結論と今後の問題

従来、地形、地質のみで経験的に宅地の適性を推定していたのであるが、上記の方法によると、地質、地形をある一定の規準に表示することによって、宅地としての適性をやゝ合理的に表現すること

ができる。しかし、深く考察すると、宅地としての適性は単に地質、土質、地形のみならず、その他の多くの因子、たとえば、排水、侵食、流出河川の堆砂の影響、土工施工の難易、交通、経済的条件、などが考えられる。技術的な面では、とくに排水の問題が大きく、宅地の適性に影響すると考えられる。またこの表示法における基本的問題点は風化層の厚さが無視されていることである。しかしこれは実際にかなり問題となるはずである。たとえば各岩質の場合の H_c は次のごとくである。

$\frac{1}{2} H_c (m)$		
花 崗 岩	A	20.3
	B	7.2
	C	5.3
古 生 層	A	9.6
	B	10.5
大 阪 層 群	A	13.1
	B	15.5

したがって、ある場合には風化層の厚さが大きく適性指数に影響すると考えねばなるまい。しかしこ

図 - 6

の問題は厚さをなんらかの方法でつきとめ、それを利用すれば解決できると思う。また各岩質から仮定した、 C , ϕ の値であるが、これは種々のデーターから求めたが同じ岩質より生成した土であっても、その状態によっておのずから性質が多少変化するものと思われる。したがってこの適性指数は1つの目安であり、これをもって実際の平坦部が確保できるとは限らない。多くの残された問題については今後研究を進めたい。

参 考 文 献

- 1) 松下進(1962)「近畿地方」 pp13-20
- 2) 上野正夫著(1948)基礎地盤の力学 pp303-306
- 3) 横瀬広司(1962)地スベリ地の土の特性について 土と基礎 Vol 10 No. 6 pp3-9
- 4) 住宅金融普及協会(1960)宅地造成の手引 pp67-79
- 5) D.W. TAYLOR (1959) [Fundamentals of Soil Mechanics]
pp 453-455
- 6) 山内豊聰(1962)土質力学 pp 162-163