

III-75 大阪における基礎地盤の動的特性 (I)

大阪市立大学 理学部 正員 竹中 準之介

大阪市立大学 工学部 正員 西垣 好彦

1) まえがき

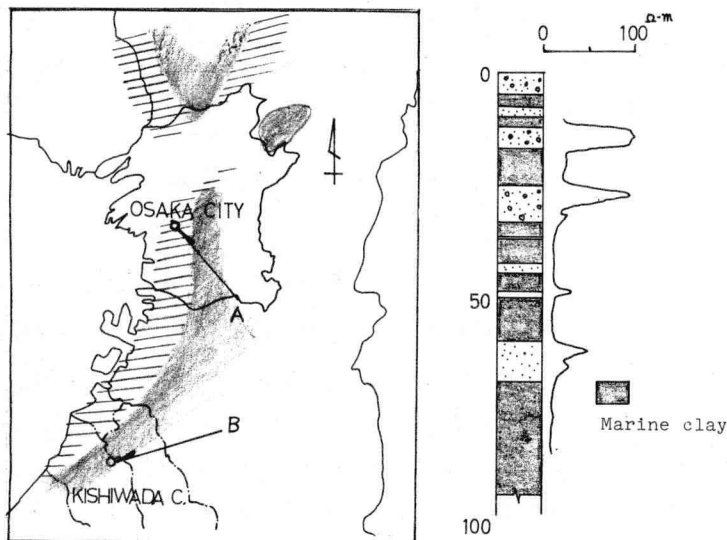
大阪の基礎の支持層は大部分が大阪層群とよばれている洪積層あるいはそれと類似の地層によって構成され、¹⁾²⁾ さらには海成の粘土層と砂ルミ質の地層との二種類に大別することができる。いままで大阪の支持地盤に関する土質試験は、主に粘土層についてなされてきたが、その結果には信頼度の乏しいものも少くなかった。³⁾ そのため基礎地盤に関する基礎データは動的特性はさておき静的性質に関しても実用に適する資料は非常に乏しかった。

したがって支持層の動的挙動に関しては、地表面からの常時微動などから類推する程度のこともが行われていなかった。最近地震工学の研究手法として地盤の横波速度を測定して、⁴⁾ そこから地盤の弾性常数を換算する方法は盛んになってきたが、これはあくまで間接測定の方法であり、⁵⁾ 此から得られた弾性常数が果して地震波のような低周期のスペクトルをもった振動に適用できるかという疑問を解決することはできないし、自然堆積物のような複雑な地盤に単純な線型弾性論が成りたつかという素朴な疑問に答えることもむづかしい。

基礎地盤の動的問題に関する多角的な検討と、可能であれば横波速度の測定では解決されない問題点を少しでも究明できればという目的から、著者らは自然地盤そのものを直接アタックすることを試みた。これらの結果は最近になって少しづつ、総合的にまとめる段階に達したのでここに報告する。

2) 実験地盤

主として実験を行った地盤は大阪市内ナニバ^{ナニバ}附近と大阪府岸和田市東部である。



ナニバ附近は洪積層の支持層が地表面近くまで上昇する地帯であるから現地において直接地層の力学的性質を測定することに都合がよい。また岸和田市東部はナニバ附近よりさらに古い地層が直接地盤附近にあるため、大阪市内の上町台地に相当する地盤と考えるとよい。⁽¹⁾

図-1 実験地帯と実験地帯Bの地質柱状図

現在上野台地では長い測線によって横波速度を測定するような実験が困難であるので、同様の地盤条件の岩和田市東方を選んだ。

なお実験地実AとBと同じ特性をもつと思われる地帯を图中に示した。

3) 粘土層弾性常数の同期依存性

もし物質の弾性常数が化学結合力あるいはそれと似た弱い結合力によるものである、その弾性常数は加振同期に密着なく一定であり、勿論静的動的弾性係数も一致すべきである。

実験地実Aにおいては昨年度報告したように振動周期 $T = 0.935 \text{ sec} \sim 1.213 \text{ sec}$ の範囲内ではほぼ一定であり、その上静的な Young's Modulus などから計算したものとよく一致することを認めた。今回さらに硬質の粘土についてそれらの関係を検照した。この実験はA地実のように直接現地で実験することができなかったから、供試体の直径、長さ、上載負実の荷重によって同一粘土供試体



写真 - 1

体にいろいろの同期の振動を与えるようにした。その結果A地実の現場実験よりもさらによい結果をうることができた。

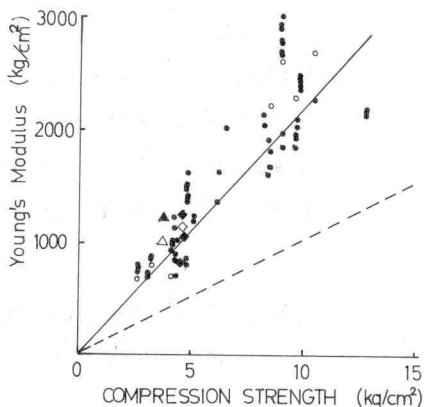
しかし最も端的に同期依存性を実証する実験は動弾性係数と静的なものと比較することにある。その目的から室内での静弾性係数の測定に多くの精力を集中した。⁶⁾

その結果を表-1に示し、静弾性係数の測定記録の例を高真-2に示した。

Depth (m)	335 ~ 35.0	380 ~ 38.6	445 ~ 45.7	46.0 ~ 47.0	51.7 ~ 52.4	569 ~ 57.9	905 ~ 92.1
Young's Modulus (kg/cm^2)	Es	2209	1380	2592	3924	2698	
	Ed	2128	1182	1441	2621	3972	2152
Logarithmic Decrement	0.107		0.104	0.072	0.064		0.146
Calculated (m/sec) S-wave Velocity	225	164	167	251	299	256	218

表-1 静的動的Young's係数の比較

図-2 圧縮強度とYoung's係数



以上の結果より決積粘土層はかなり確かな結合力によって結合された物質であり、その強度とか弾性係数は本質的には結合力に起因するものであると判定してよいであらう。したがって圧縮強度、Young's係数の間には図-2に示したような線形関係がみられる。たゞ図-2は同じ地層を2~3つの圧縮強度で代表させているため見かけ上ばらつきが多い

ようであるが、振動試験の個々のものについて圧縮強度を測定すればさらに正しい関係が求まるようである。

STRESS STRAIN CURVE

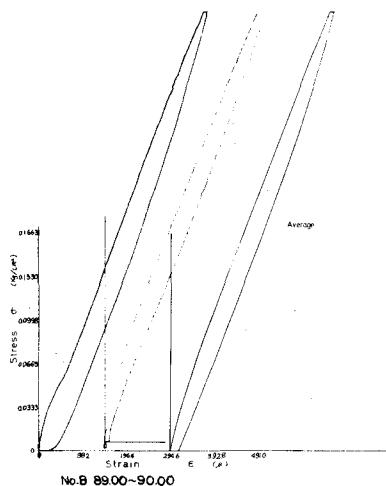


写真 - 2 X-Y レコーダーによる
応力-ひずみ関係

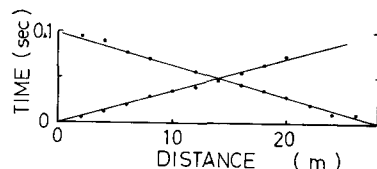


図 - 3

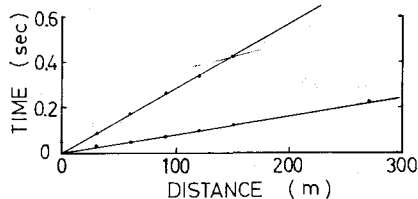


図 - 4

4) 粘土供試体の大きさの影響

本研究の最初に行われた実験は、室内試験で使用するような小さい供試体の弾性的性質が実際の地盤のものと等しいかという問題であった。

洪積層とくに洪積粘土層のような結合力のはつきりしている物質では、土質力学と岩石力学の両面から検討しないと地盤の挙動を把握することができない。

最初の実験はかなり大きい供試体と室内実験の供試体との比較であったが、今回は実際の地盤と供試体のそれと比較することを試みた。この場合実際の地盤では横波速度の測定を行い、その地盤から切り取られた新鮮なブロックサンプルの室内実験とを比較した。

図-3は現地で測定した横波(SH波)速度の測定記録であって横波速度は283 m/secとなった。一方供試体の実験から求められる横波速度は296 m/secとなり、供試体の室内実験結果より地盤の弾性的性質を求めることが可能であることを認めた。したがって地中での振動現象については土質力学的取扱いか可能であるといえる。

地表深部のみならずかなり深い部分の動的特性と供試体の室内実験の結果を比較するためB点において横波(SV波)速度の測定を行った。(図-4) この地盤の粘土層供試体の室内試験結果は表-1に示したように横波速度が250 m/sec以下であって、⁹⁾ 現地地盤の356 m/secより小さい。この相異は図-1柱状図に示したような砂質土層の影響によるものと思われる。B点の他の横波速度測定結果では、粘土層の多い地盤において横波速度は300 m/sec ~ 350 m/secの間にあるものが多い。このように地盤の深い部分も含まれた場合の取扱いはSV波の測定の不確実要素とか、砂層の影響など今後の研究にまつことが残されている。

5) 粘土層と砂質土層の動的特性

地盤からとり出した乱れのない供試体の室内実験は、粘土層についてはかなりデータが整った

砂層の供試体についてはまだ不充分であるが 金井¹⁰⁾による関係と同様のことが認められて
いる。また N 値と横波速度と土質力学的に式(5)に類似づけられた柴田の供試体¹¹⁾

$$v^2 \approx N \times 10^3 \text{ (m/sec)}^2$$

は大阪の沖積層のみならず洪積層の砂礫層について充分成立するものと思つてゐる。たゞ
沖積層の粘土はゆるいから中程度の N 値の砂礫層と同程度の横波速度を示し、その英で粘土層
と砂層の差別はみられない。おそらく地盤振動の非線型領域においてこの両者は分離するで
あらう。

洪積層においては吉村¹²⁾らによつて報告されている結果と同様の結果が海成粘土層につ
いて認められる。したがつて粘土層の強度が漸増して横波速度が 400 m/sec 程度に達すると砂礫
層と粘土層の区別は、沖積層の場合と同様に差別がみられなくなる。

結局大局的にみて基礎の支持層以下とその上部沖積層との間に 1 つの大きい動的性質
の不連続面を考へることが必要であるといえる。

引用文献

- 1) 日本建築学会
土質工学部会西支部：大阪地盤図，コロナ社。(1967)
- 2) Ikebe, N., J. Iwatsu & J. Takenaka: Quaternary Geology of Osaka with Special
Reference to Land Subsidence. Jour. Geosc., Osaka City Uni., Vol. 13, (1970)
- 3) 金井清, 河角広和: 常時微動の測定結果と報告(大阪市内), 地震研究所彙報 第35号
(1957)
- 4) Ohta, Y. & E. Shima: Experimental Study on Generation and Propagation of
S-waves: II Preliminary Experiments on Generation of SV-waves,
地震研究所彙報 第45号 (1967)
- 5) 小堀鐸二: 耐震試験における問題点, 日本地震工学会シンポジウム パネル講演
概要。(1966)
- 6) 柳大夏, 西垣好彦: 大阪洪積粘土の微小ヒズミでの静的性質, 第5回土質工学研
究発表会講演概要 I-20. (1970)
- 7) 竹中平二: 一軸圧縮試験, 土質調査試験結果の解釈と適用例, 土質工学
ライブラリー。(1968)
- 8) 柳大夏: 大阪洪積粘土の土質的性質と岩石的性質, 第25回年次学術講演会 (1970)
- 9) 竹中平二, 西垣好彦: 大阪洪積層の動的挙動, 第5回土質工学研究発表会概要 I-23 (1970)
- 10) 金井清: 地震動地盤震動, 地質工学, 彰國社。(1968)
- 11) 柴田徹: 地盤内・横波速度と標準貫入試験の N 値の関係, 第5回土質工学研
究発表会概要 I-31 (1970)
- 12) 吉村正義, 内山成和, 今井常雄: 弾性波速度と土の性質について, 第5回土質工学研
究発表会概要 I-4 (1970)