

III-147 複合地盤内の応力分布に関する実験(その2)

京大 工 田 松尾 裕(同)黒田勝彦, 応用地質 (正) 西川 誠

1. 緒言 ; 数年来, 粘性土と砂との複合地盤の支持力特性を解明するために一連の実験的研究を実施してきた。こゝでは複合地盤内の応力分布に関する, 三の実験結果を報告する。

	G _s	SOILS CLASSIFICATION			C. L.	P. L.
		CLAY	SILT	SAND		
A	2.85	5.0	90.0	5.0	43.6	23.5
B, C	2.70	22.5	65.5	12.0	46.9	20.9

TABLE - 1

2. 土試料, 実験装置および模型地盤 ; 実験は3種の模型地盤について行なった(A, B, Cと呼称)。各模型地盤の粘土試料の物理的性質をTable-1に示す。また砂ぐい用の砂としては琵琶湖湖底砂(A)と相馬標準砂(B; C)を用いた。実験用の土槽, 載荷装置, 土圧計は既報のものと同じである。砂ぐいの径は5cm, 中心間隔はAが12.5cm, Bが15.0cm, Cが17.5cmである。土圧計を設置した深層は地表面(レベル1と呼称), 地表から15cm(レベル2), 30cm(レベル3), 45cm(レベル4), 60cm(レベル5, 底部透水砂層の表面)であり, 各レベルにおいては多くの土圧計を砂ぐい中と粘土中に埋設した。土圧計には名称をつけたが, これは後の各図中に示してある。

3. 実験方法 ; 載荷試験には3種類の載荷板, すなわち60×60^{cm}(Iと呼称), 60×40^{cm}(II), 60×40^{cm}(III)を用いた。載荷の方法は一荷重段階を20分間かけの段階載荷とした。また同一の地盤で多数のデータを得るために, 一度に破壊を致さず, ある程度載荷した後除荷し, 再び載荷するという繰返し載荷試験とした。以下において, 例えばAⅢと表示すれば, A地盤において60×40^{cm}の載荷板を用いた3回目の繰返し載荷時の結果であることを意味する。

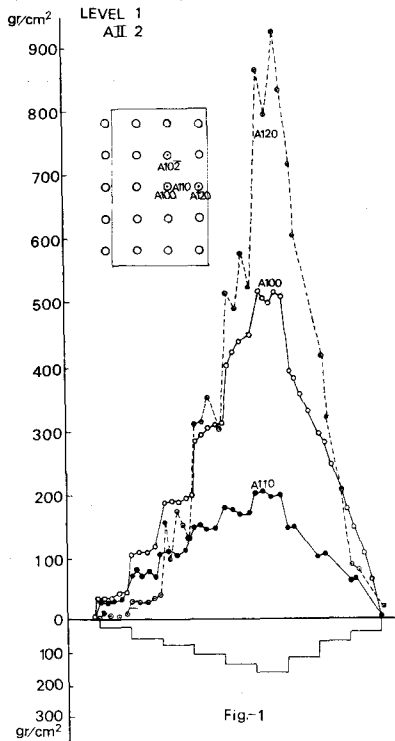


Fig-1

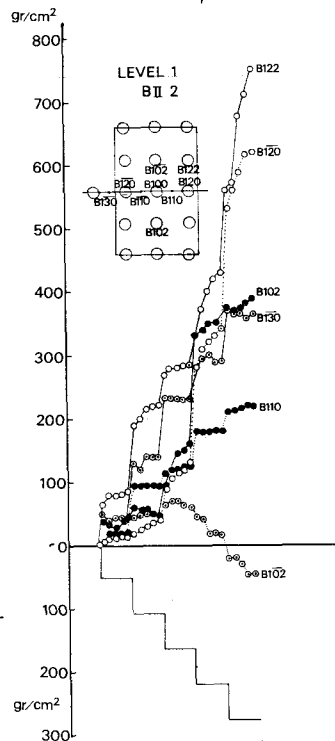


Fig-2

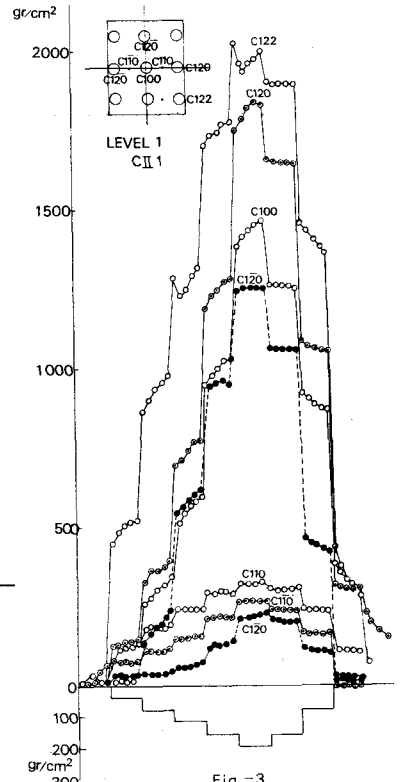


Fig-3

4. 実験結果と考察 ; 得られたデータは非常に多いが、紙数の都合上、ここでは応力分布について砂心11のピッチと繰返し回数の影響を主に検討する。詳細なデータの解析は別の機会にゆずる。

4.1 接地圧・載荷板直下における圧力分配比 ; まず砂心11のピッチと接地圧の関連をみる。荷重段階に対する接地圧を示した Fig. 1, 2, 4 を比べてみよう (各荷重段階における荷重強度は図の下部に階段状に示してある) A, B, C いずれの地盤の場合も荷重強度の増大にともない接地圧は増大しており、かつ砂心11上の圧力集中は非常に顕著である。図の場合、載荷板下に含まれる砂心11の本数は A, B では合計15本、C では9本である。砂心11上の接地圧は A, B では大体 500~900 % であり、C では 100~200 % という大きな値となっているが、これは上記の砂心11本数の差に起因すると思われる。これは Fig. 6~9 に示す圧力分配比 ($n = \text{砂心11上の圧力} / \text{粘土上の圧力}$) の差としてもあらわれている。(例えば n_{max} は A, B で 3~5 であるのに対し C では 20 前後)。さて繰返し載荷の影響をみるため、CII, 2, 3 について示した Fig. 3, 4, 5 を比べてみよう。これらの図から、圧力分布に関しては繰返し載荷による影響はほとんどないと考えられる。すなわち、地盤の破壊時の変位量に比べて、繰返し試験時の変位量が小さい間は、圧力分布はあまり変らないと考えてよい。また Fig. 9 から n に与える影響もない。ただし破壊時には砂心11上の圧力が急減することについてはすでに報告した。 n は荷重強度の増加につれて増加し、荷重の減少につれて減るという一般的傾向がある。これは荷重強度の増大 (減少) により、砂心11と粘土の相対的な変位量の差が増大 (減少) することによるものと考えられる。

4.2 地盤内応力分布 ; Fig. 10~12 は地盤内応力分布の一例である。(応力は各荷重段階における平均値)。地表面と同様、砂心11の応力集中が明白であるが、A, B ではその集中の程度がレベル 2, 3

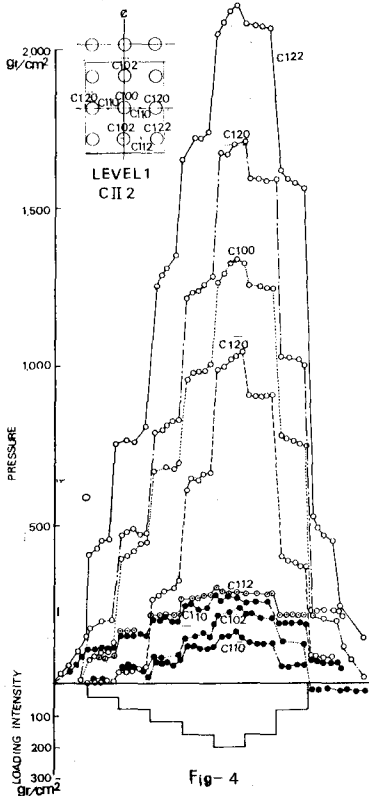


Fig-4

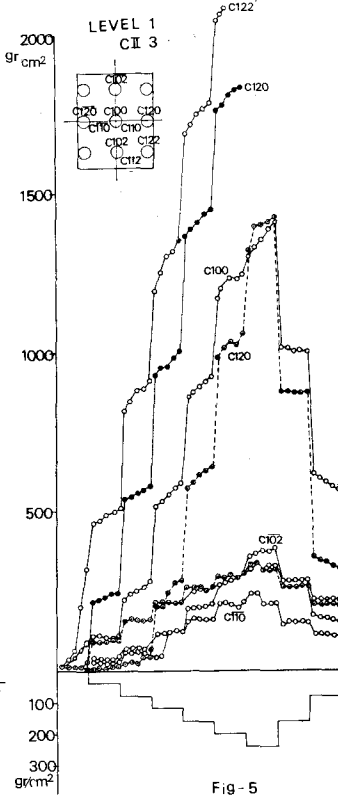


Fig-5

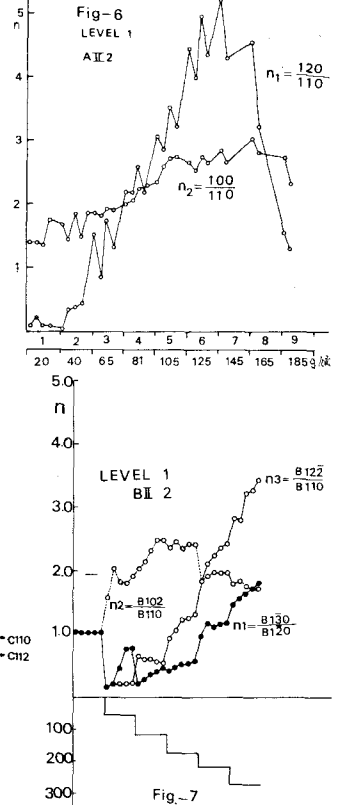


Fig-7

あたりで最大となり、レベル4,5では小さくなる。これに対しCではレベル1で最大となっている。
 この差は砂ぐいのピッチの相異に起因するのではないかと考えられるが、今後さらに検討が必要がある。
 いずれにしても、地表面と同様、このような応力集中を生ずるのは、地表面の砂ぐい上に集中する圧力がある程度砂ぐいを通して直下に伝達されることや、砂ぐいと粘土部分の変位差によって生ずる夏の摩擦力によるものと考えられる。このように考えれば、支持砂層の上面であるレベル1における応力集中の程度がレベル2とか3よりも小さくなることは理解できる。

地盤内各レベルにおける応力集中程度の変化を詳しく調べてみよう。 所43～45は、荷重強度をローマ数字として、深度方向の n の変化を整理したものである。これらの図から、いずれの地盤についても、荷重強度の増加に対して、レベル1,4,5の n 値があまり変化しないのに対し、レベル2,3の n 値が全般的にかなり大幅に増加することがわかる。また深度方向にみた場合、レベル1や5における n 値が特別な場合を除いて大体1/4程度であるのに対して、レベル2,3では3/10というかなり大きな値を示し、しかもこの傾向は荷重強度が大であるほど顕著である。以上の結果は次のことに原因していると思われる。すなわち、地表面(レベル1)では、一定の荷重がかかった場合、1)砂ぐい部分よりも大きな粘土部の沈下→2)砂ぐいの圧力集中→3)砂ぐい部表面の圧縮→4)地表面の水平化→5)粘土部の両側の沈下による砂ぐい部への圧力集中という過程を繰返すと考えられる。この場合、砂ぐいと粘性土との間で繰返され

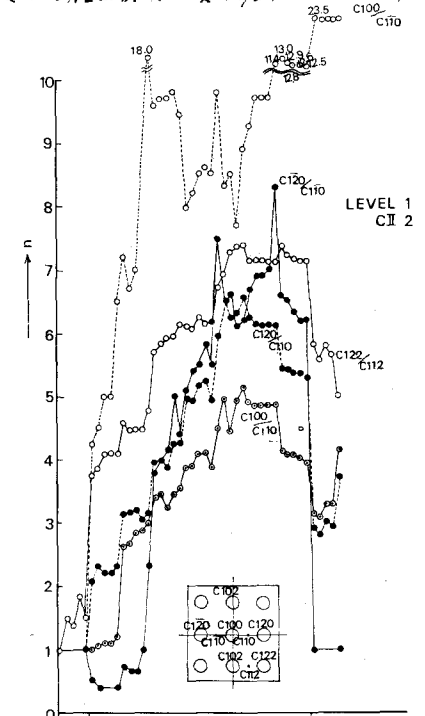


Fig. 8

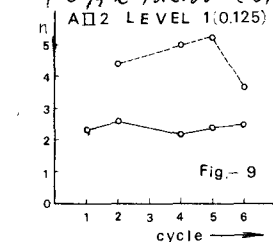


Fig. 9

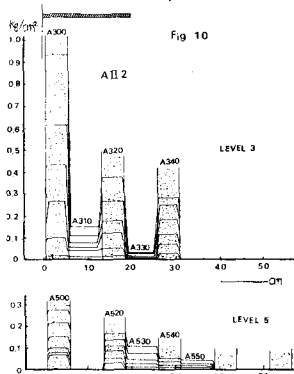


Fig. 10

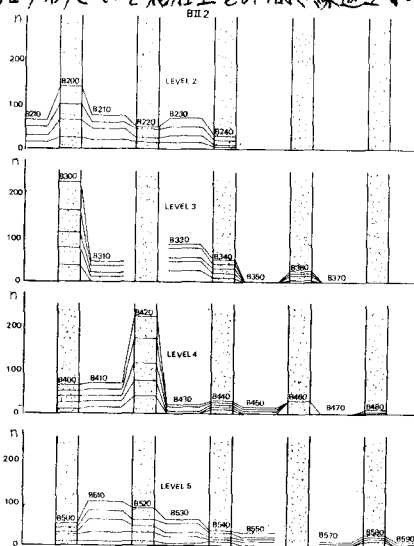


Fig. 11

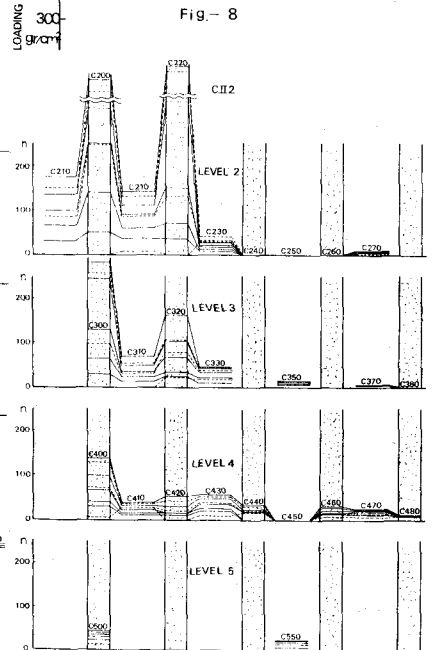
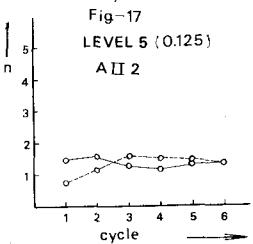
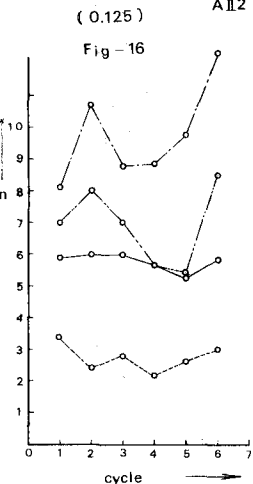


Fig. 12

る圧力再配分の過程において、砂かいつの圧力集中の直後に砂かいつ表面付近の圧縮破壊がすみやかに起る。そのため、今回のように載荷重の剛性が大きい場合には大きな圧力集中を長時間にわたって保持することができないのである。また底部砂層の上面であるレベル5では、深度大のため砂かいつ直下に伝達される応力そのものが小さくなるのに加えて、砂かいつと粘土の相対変位量が小さくなるために α 値が ~ 2 という小さな値になるものと考えられる。これに対しレベル2や3では、砂かいつを通じ地表面より伝達される応力や作用する負の摩擦力が大きく、これにともない α 値が全般に大になるものと考えられる。最後に地盤内応力に対する繰返し載荷の影響を簡単にみておこう。Fig. 16, 17は荷重強度(図中のくつ内)を示すパラメータに α と繰返し数の関係を整理した一例である。これらの図から、 α の例外を除いて、 α 値は繰返し数に対してほとんど変化しないが、あるいは変化する場合でもこれは繰返しの初期の段階においてであることがわかる。他のデータでも初期の段階で変化する場合があったが、これは、載荷の初期段階では全般に地盤の変位量が大きく、複合地盤全体が落着いていないためと思われる。いずれにしても以上のことから、破壊の近傍となれば、複合地盤内の応力は繰返し載荷によって顕著な影響を受けないと結論してよいであろう。

5. 結 言 ; 主たる結論を列挙すると、1) 粘性土に比べて砂かいつ中に大きな応力集中を生じ、一様な地盤と異なつて特異な応力分布を生ずる。2) 同一荷重下にあつても接地圧や地盤内応力は、砂かいつや粘性土の変位の過程を通して刻々と変る。したがつて α 値も刻々と変化する。3) α 値も平均的にみれば、載荷板直下のレベル1や底部支持砂層上のレベル5では ~ 4 、これに対し中部では ~ 10 程度となる。ただし載荷幅と砂かいつの幅の相対的関係により、 α 値の傾向は多少異なってくる。こゝでは以上の点をほぼ明らかにしたが、載荷幅の影響、応力の広がり角、水平土圧と鉛直土圧との比の関係、破壊時の挙動等については機会をみて発表する予定である。最後に、本実験の実施に際して、運輸省第5港湾建設局から多大の御助力を戴いたことに対し心から謝意を表する次第である。

LEVEL 3



AI2

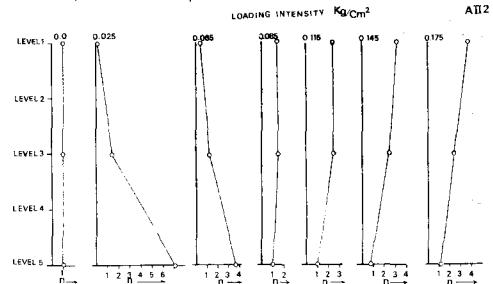


Fig-13

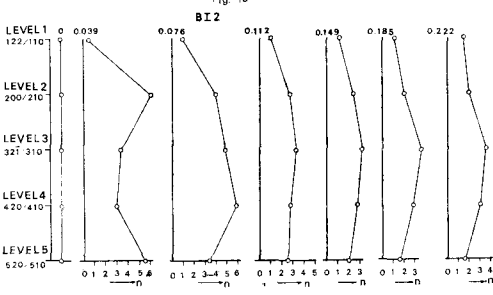


Fig-14

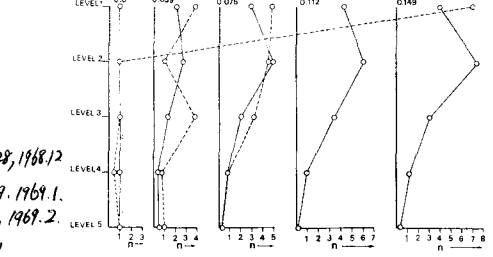


Fig-15

1. 複合地盤の支持力に関する研究、松尾、新田、寺村、土と基礎、Vol. 16, No. 12, pp. 21-28, 1968.12
2. 複合地盤の支持力に関する研究(II)、松尾、他3名、土と基礎、Vol. 17, No. 1, pp. 3-9, 1969.1
3. 複合地盤の支持力に関する研究(III)、松尾、土と基礎、Vol. 17, No. 2, pp. 5-11, 1969.2
4. 複合地盤内の応力分布、河村、松尾、昭和44年内政部講演要旨