

東京大学生産技術研究所	正員	片山恒雄
東京大学生産技術研究所	正員	佐藤暢彦
久保田鉄工株式会社研究部	正員	岩本利行
フジタ工業株式会社技術研究所	正員	○中村正博

1. まえがき

地中構造物の耐震性は地震時に地盤に生じる相対変位（すなわち地盤ひずみ）に大きな影響を受ける。ところが地震時の地盤ひずみを直接測定することは難しい。これに対して、埋設管の地震時ひずみの測定は比較的容易であるため、実測結果に基づく定量的な解析も行われている。一方、同じ程度の地震動の強さに対して沈埋トンネルや地下タンクなどの地中構造物に生じるひずみに比べて、埋設管の地震時ひずみの値は大きく、ほぼ周辺地盤のひずみに等しいと考えてよい場合が多い⁽¹⁾。したがって、埋設管と地盤の地震時ひずみの関係を把握することは、埋設管の地震時ひずみに関する従来の研究成果を各種地中構造物の耐震計算に必要となる地震時地盤ひずみとして利用できる点で、その意義は特に大きい。そこで、筆者らは地震時の地盤の相対変位を直接計測する装置（以下、地盤ひずみ計と記す⁽²⁾）および埋設管を超高密度地震観測網内に設置し、地盤ひずみ計ならびに地震計アレーから得られる地盤のひずみと埋設管のひずみの比較・検討を目的とした地震観測を実施している。本報告では、この地震観測体制について述べる。

2. 観測体制

観測場所は東京大学生産技術研究所千葉実験所構内である。図-1のように、超高密度地震観測網は一辺が110 m前後の三角形の観測孔C₀、P₅、P₆の組と、観測孔C₀を中心として5 m離れた観測孔C₁、C₂、C₃、C₄および15 m離れた観測孔P₁、P₂、P₃、P₄の組とから成っている。表-1のように、深さ方向の測点は地表面下1 m、5 m、10 m、20 m、40 mの位置の組合せで設けており、1 mと10 mの測点はすべての観測孔に共通している。埋設地震計は、埋設用ケースに水平2方向と上下方向の計3成分の圧電型加速度換振器が内蔵されたものであり、合計36台108成分である。

図-2に示した観測孔C₀、P₅、P₆の土質柱状図によれば、地表面下4～5 mまでローム層、その下3～4 mが凝灰質粘土層、さらにその下が砂層となっている。表-2に示した観測孔C₀におけるPS検層結果によれば、せん断波速度は地表から5 mまでが140 m/sであり、5 m以深では320 m/s以上の値となっている。一方、図-2の土質柱状図のN値は深度が増大するに伴い漸増する傾向にあるが、地表面下35 m前後でN値が小さくなっている。第*i*層の層厚*H_i*とせん断波速度*V_{si}*から $T=4\sum(H_i/V_{si})$ で推定した地盤の固有周期*T*は、表-2の5 mおよび40 m以浅の地盤に対してそれぞれ0.14 sおよび0.53 sである。

図-1に示した超高密度地震観測網のうち観測孔C₀付近の地盤内に、2条の埋設管と3本の地盤ひずみ計を図-3のように敷設している。埋設管はダクトイル管(JISG5526)と鋼管(JISG3452)の2種類であり、口径はともにφ150 mmである。ダクトイル管は1本の長さが5.0 mであり、

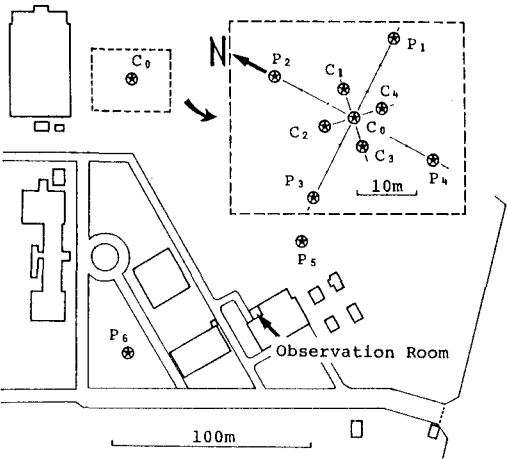


図-1 超高密度地震観測網

表-1 地震計埋設位置（○印）

Borehole Depth	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅	P ₆	C ₀	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄
1 m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5 m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
10 m	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
20 m	○	○	○	○	○	○	○				
40 m					○		○				

±60mmの伸縮量をもつSⅡ型継手により連結されている。これに対して、1本当たり5.5mの鋼管は溶接により一体化されている。図-3のように、ダクトイル管と鋼管は1m離して平行に埋設されており、その一端は縦横3m、幅1mのコンクリートブロックにアンカーされている。この剛結部から90mの所に直角の曲り部があり、さらに30mの所が自由端となっている。測定箇所は、埋設管の90mと30mの直線中央部分と、コンクリートブロック近傍ならびに曲り部である。従来の研究成果によれば、ダクトイル管に発生するひずみは小さく、大部分のひずみは継手部で逃げる⁽²⁾ことが分っているが、近似的な地盤ひずみ量は管体および継手部のひずみ量の和と考えられる。そこで、ダクトイル管の継手部のうち7ヶ所にインダクタンス式変位計(測定範囲±50mm)を内蔵し、管体にはワイヤーストレインゲージを貼付している。変位計とストレインゲージで計測する成分は、それぞれ管軸長手方向の相対変位とひずみである。また、ストレインゲージは管体の左右2測点に付けている。ダクトイル管の場合と同様に、鋼管にも6ヶ所の管体の左右2測点にストレインゲージを貼付している。

図-4のように、地盤ひずみ計は長さ3mの軸部分とその両端にある直径80cmの円板から成っている。軸は二重管で、その中央部に前述のインダクタンス式変位計が内蔵されている。地盤ひずみ計は、その軸芯と埋設管の管芯が同じ深さになるように設置し、埋戻しは図-3の埋設管の場合と同様に砂と掘削土で行った。地盤の水平面内の地震時ひずみを計測するために、3本の地盤ひずみ計がロゼットゲージ状に設置されている。地盤ひずみ計の埋設方向は、埋設管の管軸長手方向、図-3のC₂-C₀-C₄および両者がなす角の2等分線の3方向である。

以上、地震計108成分、伸縮継手部の変位計7成分、管体に貼付したワイヤーストレインゲージ14成分、地盤ひずみ計3成分の計132成分は、地震が発生すると自動的に観測波を0.01秒ごとにデジタル値にして時刻情報とともに磁気テープに記録される。

3. あとがき

本観測により、地震時の地盤ひずみと埋設管ひずみならびにひずみの伝達率などを定量的に把握する予定である。

参考文献

- (1) 中村・片山・久保, 土木学会論文報告集, 第320号, 1982.
- (2) 岩本・若井・山路, 第6回日本地震工学シンポジウム, 1982.
- (3) 佐藤・片山, 土木学会第37回年次学術講演概要集, 1982.
- (4) 片山・佐藤, 第6回日本地震工学シンポジウム, 1982.

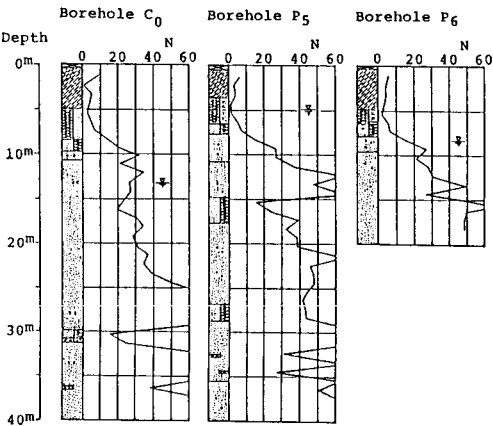


図-2 観測孔C₀, P₅, P₆の土質柱状図

表-2 観測孔C₀のPS検層結果

Depth (m)	P-wave (m/s)	S-wave (m/s)
0 - 5	320	140
5 -15	550	320
15 -24	1670	320
24 -40	1670	420

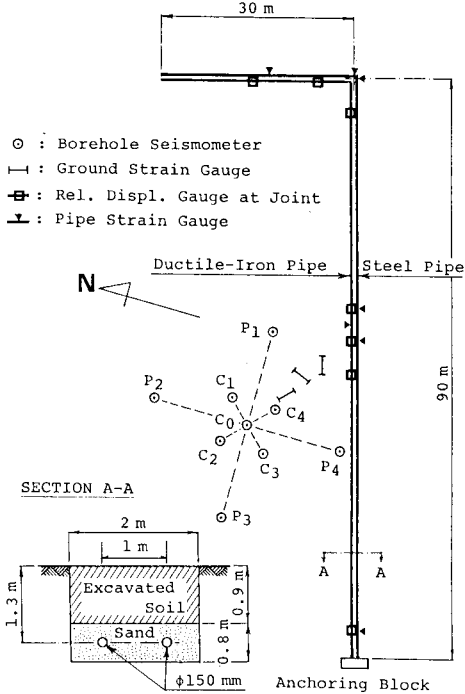


図-3 埋設管と地盤ひずみ計の敷設位置

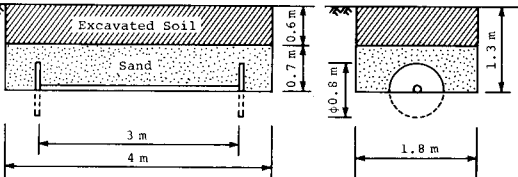


図-4 地盤ひずみ計の設置状況