

## III-B 193

## 遠心場での輪荷重走行による埋設管の土圧と変形挙動の変化

大阪市立大学 東田 淳・米谷彰司・高塚義則

まえがき 走行可能な車輪模型を用いた二次元遠心実験によって、輪荷重の繰り返し走行に伴って生じる地中埋設管の土圧と変形の変化を、特に自然転圧の影響に注目して調べた。

実験方法 図-1に模型と実験装置を示す。模型は、土圧測定用の模型管2本（R管とF管、硬質アルミ製、長さ14.8cm、外径 $D=9\text{cm}$ 、管厚 $t=3.5\text{mm}$ と $0.95\text{mm}$ ）を、密・ゆるの乾燥砂地盤（表-1、2）中に埋め、地盤表面に厚さ1cmの模型舗装（アスファルト量6%、 $20^\circ\text{C}$ ・1秒載荷による弾性係数 $E=6700\text{kgf/cm}^2$ ）を敷いて、土被り高 $H$ を9cm、基礎砂厚 $H_b$ を4cmとした、原型の1/30の二次元模型である。

車輪模型は、径4.35cm、長さ14cmのステンレス製の丸棒で、寸法と材質は遠心加速度30G場の接地圧が $5\text{kgf/cm}^2 (=25\text{t}$ 車両の後輪10tf x 2輪 x 衝撃係数 $1.4=28\text{tf}$ が車両幅2.75m、接地幅20cmにわたって等分布するものと仮定した時の値)になるように決めた。車輪模型は平行確保用ガイドに取り付けたワイヤーをモーターで引っ張ることによって、地表面を往復走行させることができる。

実験は、容器内面にリユブリケーションを施し、乾燥砂を管軸方向に落とし、模型地盤を作成し、車輪模型を容器左側の隔壁に取り付けたアングルの上に置いた状態で、模型を30G場に置き、モーターを回転させて車輪模型を10回往復させ、図-3に示した①～⑨の位置で車輪模型を停止して模型管の土圧（垂直土圧 $\sigma$ とせん断土圧 $\tau$ ）、曲げひずみ $\varepsilon$ 、鉛直たわみを測定した。

実験結果 車輪走行前の $\sigma$ ・ $\tau$ 分布（ $\sigma$ は管中心向き、 $\tau$ は反時計まわりに働く時を正とする）と鉛直たわみを図-2に示す。以下に示す車輪走行時のデータはすべてこの車輪走行前のデータからの増分で表わす。

図-4は、ゆる地盤の場合を例にとって、車輪走行1往復目の鉛直たわみの増分 $\Delta D$ を車輪位置に対してプロットしたものである。R管・F管とも、往路の $\Delta D$ は①、②で管が縦長に変形してマイナスとなり、車輪が管に近づくにつれて増え、管頂の真上を過ぎた⑦でピークを示し、以後、管から遠ざかると減る。復路の $\Delta D$ は管頂真上の⑤でピークを示す。以上は密地盤も同様であった。

図-5（ゆる地盤）は、車輪走行1回目の往路での①、③、⑤、⑨における $\Delta\sigma$ ・ $\Delta\tau$ と $\Delta\varepsilon$ の分布を極座標で示したもので、実線、破線がR管、F管の場合をそれぞれ表す。R管では、車輪が管に近づくにつれて管の上側の $\Delta\sigma$ のピークが管側部から管頂へと移るのに伴って $\Delta\varepsilon$ の対称軸が時計回りに回転し、⑨でようやく $\Delta\sigma$ と $\Delta\varepsilon$ が対称形に近くなる。 $\Delta\tau$ は③以降ほとんど変化が見られない。F管の土圧増分と $\Delta\varepsilon$ は、基本的にR管の場合と同傾向を示すが、 $\Delta\sigma$ はR管よりも均等に近く、 $\Delta\varepsilon$ はR管に比べて、管の上半分ではかなり大きい、管の下半分ではあまり変わらない。以上は密地盤も同様であった。

図-6は、往路の⑤における $\Delta D$ を車輪の走行回数 $N$ に対してプロットしたもので、R管の $\Delta D$ は車輪が1回走行した後は密・ゆる地盤ともほとんど変化

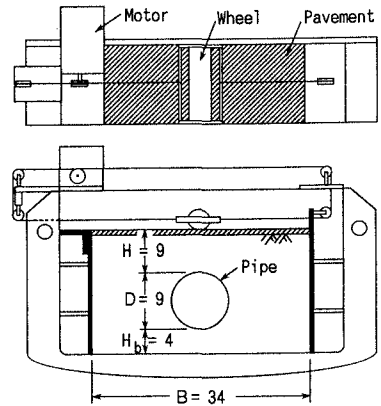


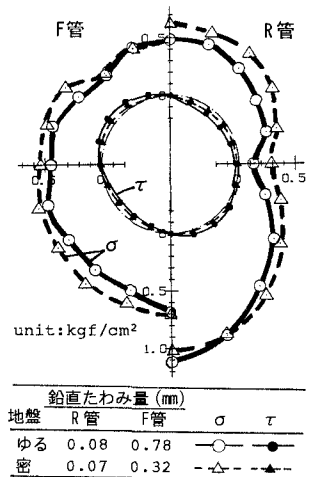
図-1 模型と実験装置 (unit: cm)

表-1 乾燥砂の性質

| 最大粒径  |     |       | $\rho_{dmax}$     | $\rho_{dmin}$     |
|-------|-----|-------|-------------------|-------------------|
| $G_s$ | mm  | $U_c$ | g/cm <sup>3</sup> | g/cm <sup>3</sup> |
| 2.65  | 1.4 | 1.75  | 1.58              | 1.32              |

表-2 地盤の性質

| Density<br>g/cm <sup>3</sup> | $\rho_d$<br>g/cm <sup>3</sup> | $C_d$<br>tf/m <sup>2</sup> | $\phi_d$ |
|------------------------------|-------------------------------|----------------------------|----------|
| Dense                        | 1.57                          | 0                          | 47       |
| Loose                        | 1.41                          | 0                          | 36       |


図-2 車輪走行前の $\sigma$ ・ $\tau$ 分布と鉛直たわみ量

がないが、F管では走行回数の増大とともに $\Delta D$ は増え、やがて一定値に収束する傾向を示す。

車輪走行回数が1、5、10回目の往路の⑤におけるR管の土圧増分の分布を図-7に示す。図から走行回数が増えるにつれて土圧強度が増すことが分かる。この傾向はF管でも同様に見られた。

**あとがき** 今回の実験から、輪荷重走行の影響は1回目走行時に強く現われ、走行回数が増えても土圧・曲げひずみ増分の分布の非対称性が残ること、走行回数の増大とともに土圧強度と管のたわみは増すが、その増加割合は次第に減ることが分かった。これらの結果は、車両走行による地盤表層の転圧、いわゆる自然転圧によるもので、従来の研究やビジネスの解に基づく現行設計法で見過ごされてきた現象である。

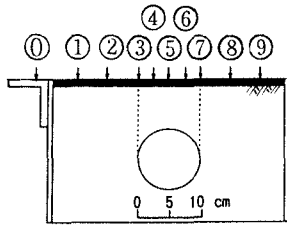


図-3 測定位置

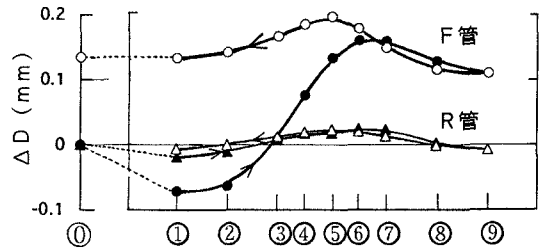


図-4 車輪走行1往復目の $\Delta D$  (ゆる地盤)

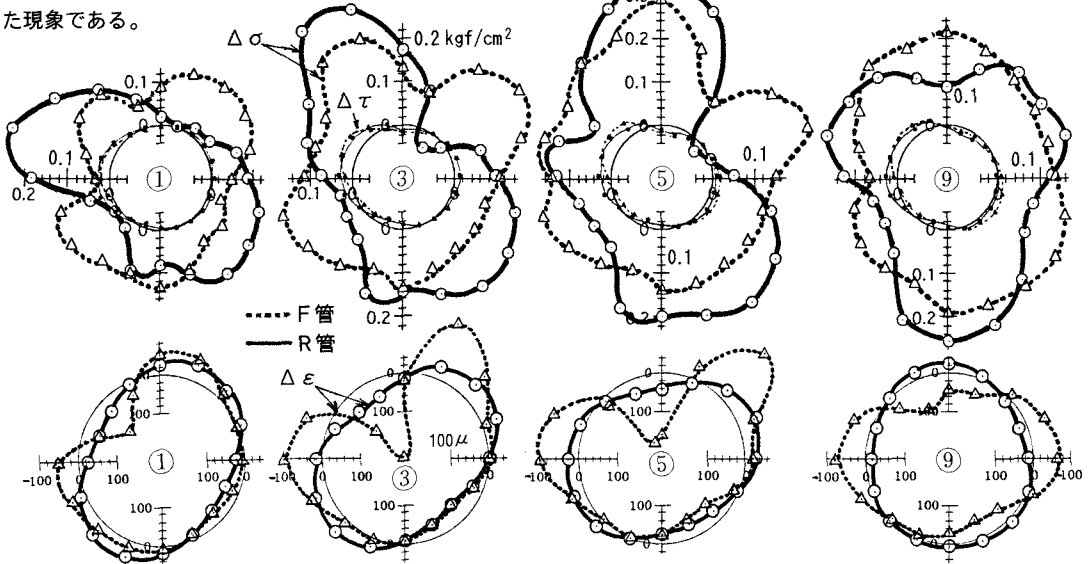


図-5 車輪走行1回目・往路の $\Delta \sigma \cdot \Delta \tau \cdot \Delta \varepsilon$ の分布 (ゆる地盤)

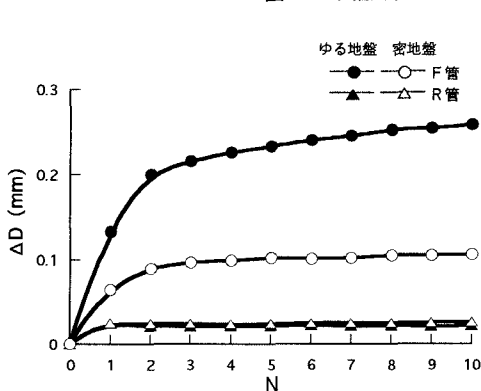


図-6 車輪走行回数 $N$ と $\Delta D$ の関係

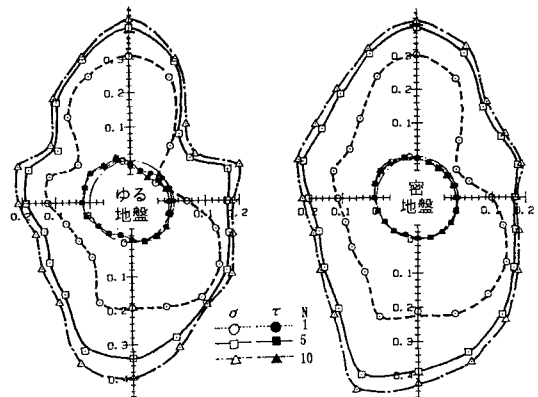


図-7 R管の土圧増分の分布 ( $N=1, 5, 10$ )