

Ⅲ-8 U型側溝に作用する土圧および応力に関する研究

生田組 正会員 ○弘瀬 裕一
高知工業高等専門学校 正会員 岡林宏二郎
高知工業高等専門学校 フェロー 多賀谷宏三
高知市役所 正会員 中内 洋志

1. はじめに

コストの縮減や確実な品質管理のため、工場生産されたコンクリート二次製品の、排水溝・下水道などにU型側溝が採用されている。水平方向にパイプをつなげるためにU型側溝の側壁に開ける穴は、現場で開ける場合が多い。そこで、許容される穴の大きさなどを決めるために、穴による土圧の変化、応力集中および剛性の低下を加味して設計法を確立する必要がある。本研究では蓋なし穴あきU型側溝について模型を制作し、遠心力模型実験を行った。U型側溝に作用する土圧およびU型側溝に発生する応力を測定しFEM解析結果と比較した。

2. 遠心力模型実験

2.1 実験模型

実機の寸法は1.2m×1.12m×2mで、底版厚は120mm側壁厚は100mmである。相似則を満足するように実際の鉄筋コンクリート製U型側溝を曲げ剛性の等しいアルミニウムに置き換え、その縮尺1/20の模型に遠心加速度20Gを作用させて実験を行った。模型は厚さ3mmのアルミニウム板をU型に折り曲げて作成し、高さ53mm、幅56mmとした。側壁中央部に15mm×15mmの穴を開けた模型と穴の無い2種類の模型について3ケースにの实验を行った。図1に示すように穴の無い模型は両側壁外側と底版外側に3箇所ずつヒズミゲージおよび土圧計を貼付し、側壁内側中央部および底版内側中央部に1箇所ずつひずみゲージを貼付した。また、側壁に穴を開けた模型では、穴無し模型に加えて、側壁外側および内側の開口部横1箇所と開口下端部から水平方向に4箇所ひずみゲージを貼付した。

2.2 材料特性

U型側溝模型はアルミニウム製とし弾性係数 $E=70000\text{Mpa}$ で、供試土は豊浦標準砂を用いて相対密度 $D_r=86.997\%$ とした。実験に用いた供試土の物理特性を表1に示す。

2.3 実験方法

実験の手順を以下に示す。

- ① 目標とする砂の相対密度を80%にするために、砂を50cmの高さから試料容器にふるい落とす。砂面が所定の高さに達したら模型U型側溝をセットし、さらに周辺に供試土を入れる。
- ② 供試土を入れ終わった後、全重量を計り、砂高さを測定し、単位体積重量を求める(図2)。
- ③ 試料容器を遠心力載荷装置にセットし、加速度計、土圧計およびひずみゲージのリード線をアンプに接続する。
- ④ 試料容器をセットした遠心力載荷装置を回転

させ遠心力載荷を行い、土圧、ひずみを計測する。加速度は、10Gから10G毎に一定に保ちデータをとった。これを60Gまで繰り返した。

側壁に穴を開けたモデルは穴から砂が侵入するのを防ぐためにウレタンで穴を被い、開口部が土圧を受

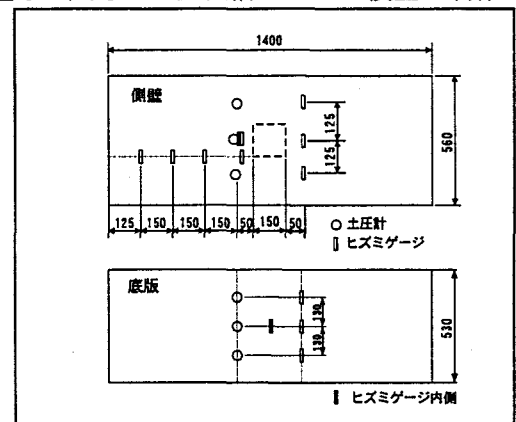


図1 センサー設置状況

表1 供試土の物理特性

比重	G_s	2.640
単位体積重量	γ	15.973kN/m ³
内部摩擦角	ϕ	41°
粘着力	C	0
相対密度	D_r	86.997%

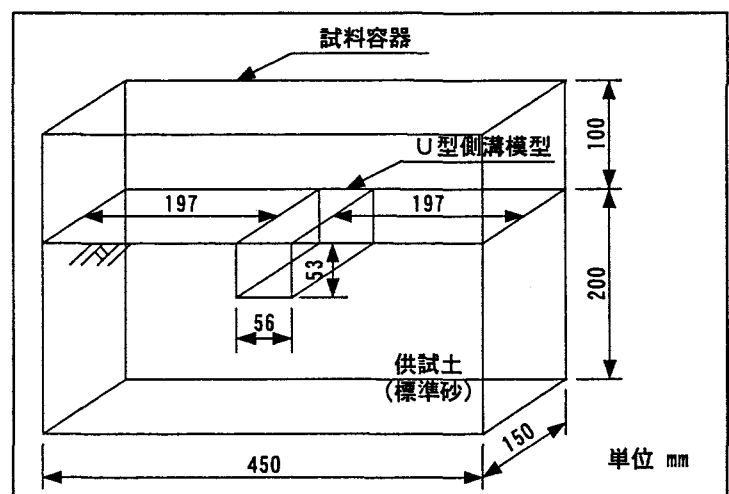


図2 試料容器と模型位置

けないように、試料容器上部に固定したアングルからアルミ製のアームを付け、開口部を被った。

3. 実験結果および考察

以下、模型を実機換算した遠心加速度 20G の場合について述べる。

3.1 側壁土圧分布

図3に模型U型側溝側壁に作用する水平土圧分布を示す。図より、水平土圧はJakyの静止土圧よりやや小さい値となっている。また、穴なしに比べて穴あきの方が開口部近くで土圧が小さいことがわかる。

3.2 側壁応力分布

図4にひずみの実測値より求めた応力を示す。弾性 FEM 解析結果、Jaky 土圧が作用する場合の梁理論値と、実験土圧を直線近似した土圧が作用する場合の応力計算値も図4に併せて示した。図より、側壁の応力は実験値、計算値および FEM 解析値は同じ傾向を示している。また、穴なしの場合に比べて穴あきの方が応力が大きいことがわかる。FEM 解析結果も開口部で応力が大きくなっている。FEM 解析結果は計算値に比べて下部で応力が小さいが、これは底版と側壁が接合している部分で剛性が大きいためである。

3.3 応力と穴の影響

図5は横軸に穴からの距離を、縦軸に各計測点の鉛直方向の曲げ応力度を表したものである。穴からの距離ゼロは穴の下のコーナーを示す。実線の FEM 解析値は設計荷重に対する解析値であるので実験条件に換算している。実験の場が 20G の低加速度であるため計測精度が良くないが、この図より、Jaky 土圧および実験土圧が作用したときの梁の理論による計算値と FEM 解析値が、比較的良く一致していることがわかる。また、U-3、U-6 の実験応力値も良く一致しているが、U-2 には何らかのトラブルがあったのか絶対値が大きすぎる結果となった。

4. まとめ

今回の U 型側溝の遠心力模型実験および FEM 解析により、側溝側壁に作用する土圧は Jaky 土圧より小さい。側壁応力は穴なしの場合に比べて穴あきのほうが大きい。穴に近いほど応力は大きく、応力集中が起っている。

5. 今後の課題

今後の課題として次のようなことがあげられる。

- ① 実験データを増やし結果の信頼性を高める必要がある。
- ② 穴の位置や大きさ、形状を変化させた場合の結果への影響。
- ③ 開口部の応力集中の状況及び、穴の大きさ、形状などを考慮した設計法。
- ④ 寸法効果の検討結果から 30G 場以上の遠心力で実機と模型の相似則を検討し、模型を作成し実験を行うのが望ましい。

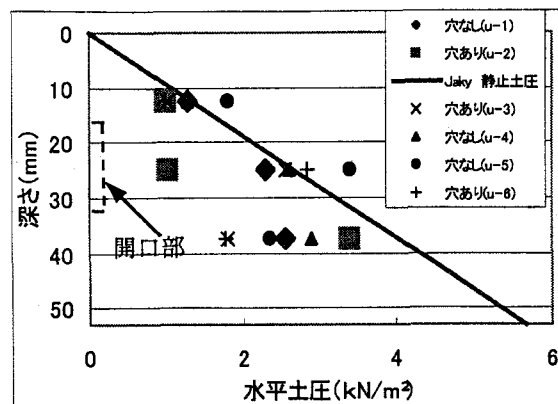


図3 側壁土圧分布

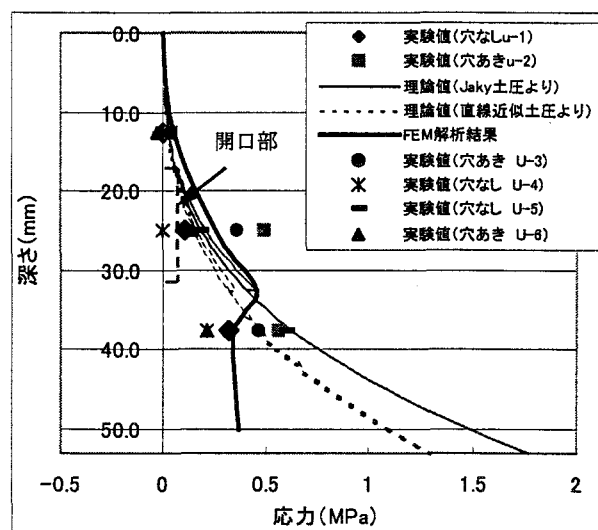


図4 側壁応力分布

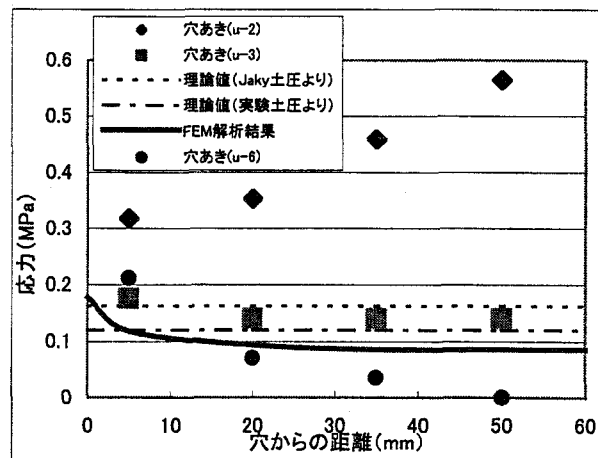


図5 穴からの距離と応力