第 64 回土木学会年次講演会 2009.9

下水道幹線カルバートの動的遠心実験に対する現行耐震設計法による予測

大阪市 大杉朗隆・中西啓輔 大阪市大 東田 淳・〇向市清司 阿南工業高等専門学校 吉村 洋 中央復建コンサルタンツ 井上裕司

まえがき 動的遠心実験によって下水道幹線カルバートに働く垂直・せん断両土圧(*σ*・*τ*)の分布、ならびにカルバ ートに生じる曲げひずみ(*E*M)の分布を、遠心加速度 30 G 場における振動実験(原型スケールで1 Hz、入力最大水平加 速度±0.8 G)によって精度良く測定した。本報告では、下水道カルバートの現行耐震設計法(断面方向)^{1)~4)}に実験条件 をできるだけ忠実に当てはめて遠心実験に対する予測を行い、測定結果と比較する。なお、遠心実験の方法と結果の 詳細は文献 5)~7)を、また現行設計法の概要と問題点については別報 8)をそれぞれ参照されたい。

現行耐震設計法の入力定数 円形模型管のうち、剛性の高い R-pipe には鉄筋コンクリート管、剛性の低い F-pipe には FRPM 管、また矩形カルバートの B-type にはプレキャストボックスカルバートの現行耐震設計法をそれぞれ適用した。入力定数は以下のように求めた。なお、カルバートに働く慣性力は測定結果が小さかった⁷⁾ので無視した。 ①地盤反力係数 *k*_n・*k*_s: *k*_h(水平方向地盤反力係数)=*k*_{ho}(*B*_h/0.3)^{-3/4}、*B*_h(換算載荷幅)=(*A*_h)^{1/2}、*A*_h=*D*(外径または全高・全幅 2.7 m)×*B*(製品長: R-pipe と F-pipe で 2.43 m、B-type で 2 m)、*k*_{ho}=*αE*₀/0.3、*α*=4、*E*₀: K₀ 圧縮試験から求めた管側深

さの土自重応力レベルの変形係数、*k*_n(法線方向地盤反 力係数)=*k*_h、*k*_s(接線方向地盤反力係数)=0.3 *k*_hとした。 **②R-pipe・B-typeの地盤の水平変位** *x* とせん断応力 *τ*₆:

現行設計法では一次モードの地盤の水平変位が仮 定されるが、実験では必ずしも一次モードの地盤変位 ではなかったので、模型地盤中に設置した加速度計に よって測定された水平加速度αを時間に関して 2 回積 分して加速度計設置位置における水平変位 *x* を求め、

これを地盤の水平変位として与えた。また、地盤のせん



断応力 τ_{G} は、 $\rho\alpha$ (ρ : 地盤密度)を深さzに関して1回積分して求め、B-typeの頂底版および側壁(側壁の τ_{G} は中央深さの値)に与えた。R-pipeでは現行設計法に従って τ_{G} を無視した。図-1に、振動2波目の+極値時点(文献1)の図-3参照)の α 、x、および τ_{G} の分布を示す。なお、図-1は模型カルバートがSOL(乾燥砂ゆる詰め)地盤に、基盤から管底または底版までの距離(H_{B})が5.4 m、管頂または頂版と地表面の距離(H)が2.7 m で設置された場合の例である。

③ **F-pipe の地盤の水平変位** *x* とせん断応力 τ_{G} : 図-1 に示した $x \sim z$ 曲線(2 次曲線で近似) と $\tau_{G} \sim z$ 曲線を用いて、文 献 4)に示された断面力算定式に含まれる係数を定め、これらを次式: $\sigma = (N_{0}-1/R \cdot M_{2})/R$ 、 $\tau = (N_{1}+1/R \cdot M_{1})/R$ に代入し て、加振時の垂直・せん断両土圧の増分($\Delta \sigma \cdot \Delta \tau$)を求めた。ここに下付き数字は微分回数、*R* は管厚中心半径を表す。 現行耐震設計法による予測と測定結果の比較 図-2①(加振前)、②(加振中の増分)、③(加振時=①+②)は、図-1 の場 合を例にとって、 $\sigma \cdot \tau$ 分布と ϵ_{M} 分布の測定結果(赤のラインと〇)と予測(青のライン)の比較を示している。*R-pipe* と F-pipe のデータは極座標表示である。 σ は圧縮、 τ は反時計回り、 ϵ_{M} は内側引張りがそれぞれ正である。測定 τ はどの 場合も測定 σ に比べて小さい。*R-pipe* では $\sigma \cdot \tau \cdot \epsilon_{M}$ のどの予測も測定結果よりも小さく、設計として危険側である。 F-pipe では、 $\sigma \cdot \tau \cdot \epsilon_{M}$ はいずれも予測と測定結果で傾向が大きく異なっている。*B-type*では、加振による予測 $\Delta \tau$ が測 定 $\Delta \tau$ よりもきわめて大きいため、 ϵ_{M} も予測の方が測定結果よりもかなり大きくなっている。

キーワード:下水道幹線カルバート、現行耐震設計法、動的遠心実験、土圧、曲げひずみ 連絡先:大阪市住吉区杉本 3-3-138、大阪市立大学工学部、TEL & FAX: 06-6605-2725

参考文献 1)日本下水道協会(1997): 下水道施設の耐震対策指針と解説. 2)日本下水道協会(2001): 下水道施設耐震計算例. 3)建設 省土木研究所(1992): 大規模地下構造物の耐震設計法・ガイドライン(案). 4)建設省土木研究所他(1991): 地下構造物の耐震設計技術 の開発に関する共同研究報告書. 5)井上他(2009): 下水道幹線カルバートの動的遠心実験(実験方法). 6)向市他(2009): 下水道幹線カ ルバートの動的遠心実験(カルバート形状を変えた場合の実験結果). 7)狭間他(2009): 下水道幹線カルバートの動的遠心実験(円形 管で剛性を変えた場合のの実験結果). 以上 5)~7)はいずれも第44回地盤工学研究発表会, 投稿中. 8)東田他: 下水道幹線カルバ ートの現行耐震設計法(断面方向)に関する考察, 64回土木学会年講(投稿中).

