

I-529 地盤条件変化部における共同溝の耐震設計法

建設省土木研究所	○正員	大日方尚巳
〃	正員	川島 一彦
〃	正員	加納 尚史

1. まえがき

本文は、地盤条件変化部における共同溝の簡便な耐震設計法として、応答変位法により求めた一樣地盤部の断面力を地盤条件変化度に応じて割増す方法を提案するものである。

2. 検討方法

一樣地盤部の断面力は応答変位法により算定し、地盤条件変化部の断面力は動的解析により評価する。このため応答変位法と動的解析の整合性を図るため動的解析の入力地震動として応答変位法に用いられている速度応答スペクトル(周期0.5秒以上では0.24m/s)と同一のスペクトル特性を有する波形を使用した。

共同溝に発生する地震時断面力は継手剛性により大きく変化する。一般に共同溝の継手は目地材、止水板、カラー、スリッパ等で構成されており、これらの構造に伴い継手部においてもある程度の断面力が伝達される。仮に継手の剛性を止水板の引張りおよびカラーと函体間の目地材のせん断により算定すると継手バネ定数は7000t/m程度(3BOX形式共同溝)となる。また、スリッパの設置や継手部の不等沈下に伴うカラーと函体間の摩擦の増大などを考慮すると継手剛性は、さらに大きな値になると考えられる。このような点から応答変位法による共同溝の耐震計算においては継手部が自由に伸縮できるとして計算される断面力低減係数が0.1未満となった場合には0.1としている。動的解析では前述の継手剛性の試算値の5倍弱の値を仮定することとした。このようにすると軸力の算定値は継手剛結時に対して約10%の値となる。

解析ケースは表1に示す通りであるが、ここでは3BOX形式(7.05m×3.25m、継手間隔30m)、表層地盤のせん断弾性波速度100m/s、表層地盤厚さ(厚い側)40mの場合の結果を中心に示す。

3. 検討結果

地盤の厚さが図1に示すように線形に変化するとした場合の厚い側と薄い側の固有周期差～共同溝に発生する軸力の関係を示すと図2のようになる。これによれば軸力の増大量は固有周期差と高い相関を示している。ただし、この方法では、ゆるい勾配で地盤条件の変化が長く続いた場合には、固有周期差も大きくなるが、どこまでも固有周期差の増大とともに軸力が増大するとは考えられない。このため100m当りの固有周期差に換算して図2の結果を整理し直した結果が図3である。横軸は言わば、地盤条件の平均変化度合に相当しているが、この場合には、結果として単に固有周期差を用いた場合よりもばらつきが大きい。そこで、図1の H_1 および H_2 を一定(固有周期差が同じ)とし、地盤条件の変化する区間長 L を変化させると軸力がどのように変化するかを検討した。この結果は図4に示す通りである。これによれば、地盤条件の変化区間長が200～300mになっても、共同溝に発生する軸力は地盤条件の変化区間長が37.5mの場合に対してほとんど(10～20%減少程度)変化しない。このことは、図3とあわせ考えると、地盤条件の変化区間長が200～300m程度であれば、地盤条件の平均変化度合よりも固有周期差の方が共同溝に生じる軸力に影響を与えることを示している。また、現実には共同溝を設置するような都市部の地盤条件を考えると、200～300m以上にもわたって単調に一方に変化することは一般的には少ない。したがって、ここでは、固有周期差によって共同溝に生じる軸力の割増しを行うこととした。

応答変位法による計算の結果、共同溝には、表層地盤厚20m、40m、60mに応じて159t、365t、681tの軸力が発生する。一方、地盤条件変化部の動的解析結果(固有周期差0.6秒)では $H_1=20m$ 、40m、60mに応じて509t、630t、587tの最大軸力が発生し、 H_1 による断面力の違いは小さい。

一方、一般の共同溝では特別に耐震設計をしなくても軸方向の最小鉄筋の規定から、表層地盤厚さが40m程度までは軸方向鉄筋の応力度は地震時許容応力度以内に収まる。このため、ここでは表層地盤厚さが40m

の場合の応答変位法による値を動的解析結果に一致するように割増しすることとし、割増し係数 $\beta = (\text{地盤条件変化部の動的解析結果}) / (\text{表層地盤厚さが40mの場合の応答変位法結果} = \text{最小鉄筋量から決まる断面力})$ を示した結果が図5である。これによれば固有周期差が0.3秒以下の場合には β が1.0以下となるため β の最小値を1.0として図5の関係を次式で近似することとした。

$$\beta = \begin{cases} 1.0 & \cdots \cdots \cdots \text{固有周期差 } \Delta T \leq 0.3 \text{ 秒} \\ 1.2\sqrt{\Delta T - 0.3} + 1.0 & \cdots \cdots \cdots \text{固有周期差 } \Delta T > 0.3 \text{ 秒} \end{cases} \quad \text{----- (1)}$$

従って、上述したように表層地盤厚さ H_1 が40m以上の場合には H_1 を用いて応答変位法により求められる軸力を式(1)の β 倍だけ割増しすることとした。このように H_1 が40m以上の場合に、 $H_1 = 40\text{m}$ を基本とした割増し係数を用いることは、結果的にかなり安全側の断面力を与えることになるが、既往の地震被害が軟弱地盤部でより発生しやすいことを考慮してこのようにしたものである。ただし、表層地盤厚さが40m以下の場合には鉄筋量は最小鉄筋量から決まるため、このような場合には、応答変位法により求められる断面力を割増しするかわりに最小鉄筋量に相当する断面力を割増しすることとした。従って、この場合には最小鉄筋量を式(1)による β 倍すれば良いことになる。

表1 地盤条件変化部の地震応答解析条件

項 目	検 討 条 件
共同溝形式	3形式(2BOX, 3BOX, 4BOX)
地盤剛性(せん断弾性波速度)	3種類(100m/s, 150m/s, 200m/s)
地盤条件変化部の長さ	37.5, 75, 150, 300, 600m
地盤条件変化度(固有周期差)	0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2秒

4. まとめ

地盤条件変化部における共同溝の断面力は地盤条件の平均変化度合よりも固有周期差によって変化すること、また、応答変位法により求めた一様地盤部の断面力に対する割増し係数が式(1)によって与えられることを、それぞれ示した。

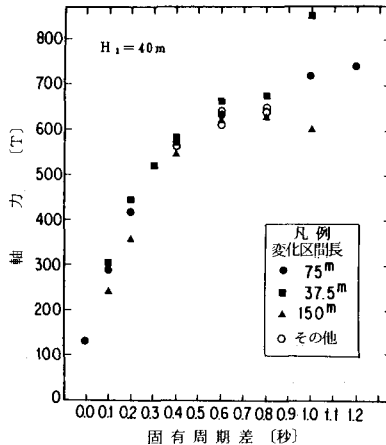


図2 固有周期差と最大軸力の関係

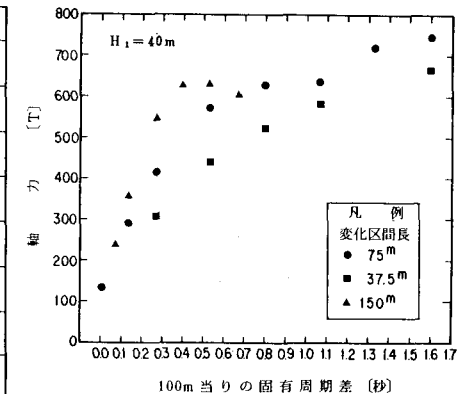


図3 単位長さ当たり固有周期差と最大軸力の関係

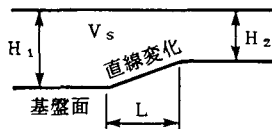


図1 地盤条件変化部の概要図
 H_1 : 厚い方の地盤厚さ
 H_2 : 薄い方の地盤厚さ
 L : 地盤条件変化区間長
 V_s : 表層地盤のせん断弾性波速度

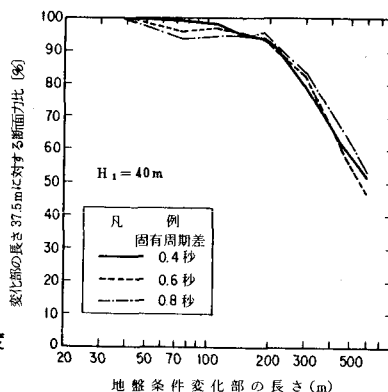


図4 地盤条件変化部の長さ軸力比

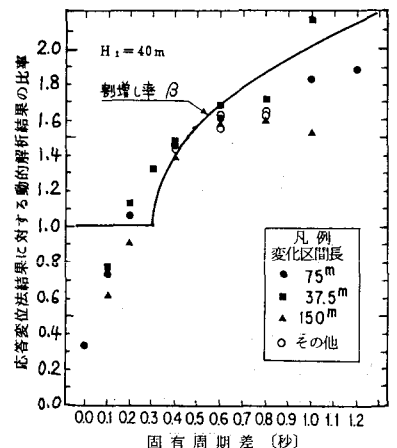


図5 地盤条件変化部の断面力割増し率