

地中構造物の地震時変形性能に関する検討

建設省土木研究所 正会員 大住道生
同 上 正会員 運上茂樹

1. はじめに

地中構造物の耐震設計においては、地震時の周辺地盤の変形の影響が大きいため、地中構造物の耐震性能を変形性能により評価する方が、より直接的で簡易な設計体系となる。本論では共同溝を例として地中構造物の横断方向の変形性能を試算により検討する。

2. 応答震度法による荷重漸増解析

地中構造物の変形性能を試算するにあたって、図 - 1 に示す 1 層 2 室、2 層 4 室の 2 つの共同溝を対象とした。本共同溝は、横断方向に対して共同溝設計指針¹⁾に規定されるレベル 1 地震に対して設計されたものとした。各配筋図を図 - 2 に示す。解析モデルは地盤を 2 次元平面ひずみ要素、構造物を梁要素としてモデル化した。地盤はレベル 2 地震の収束剛性を想定したせん断弾性波速度(以下 V_s) 50m/s, 100m/s の線形均質地盤とし、底部境界を固定、両端境界を水平ローラー支持とした。梁の非線形特性は道路橋示方書 コンクリート橋編²⁾に従って常時の荷重条件に基づき M - δ 関係を求めた。解析は応答震度法により、載荷方法としては初期断面力として常時土圧による荷重を考慮し、地表面で最大、工学的基盤面で 0 となる $1/4$ 波長の余弦分布の変位となる地震荷重を各地盤要素に漸増載荷した。これにより、共同溝に発生する損傷の順序およびそのときの層間せん断変形量(以下 δ)を算出した。

3. 共同溝横断方向の地震時変形性能

共同溝 A(1 層 2 室)、および共同溝 B(2 層 4 室)の損傷状態、 δ 、せん断変形角(以下 θ)の関係を調べた。なお、本解析は地盤を FEM でモデル化しているため、回転、鉛直変位の影響で θ は直接算出されないため、幾何学的な換算により構造物のせん断変形分を求めた。 θ は δ を構造物高さで除したものである。

各共同溝の損傷順序を図 - 3 に、地表の地震荷重と構造物変位の関係を図 - 4 に示す。ただし、損傷順序の丸付き数字は降伏、ギリシャ数字は終局の順序で、荷重変位関係の地表の地震荷重は地盤を通して構造物に伝達されるため、地盤剛性により構造物に作用している荷重は異なる。

共同溝 A では V_s が 50m/s のときは最初の部材(左側壁下端)にひび割れが発生する時の構造物の δ は約 0.03cm で、 θ は 0.008% となった。最初の部材(頂版右端)が降伏した時の構造物の δ は約 0.6cm で、 θ は 0.191% となった。最初の部材(左壁下端)が終局に至る時の構造物の δ は約 3.7cm、 θ は 1.13% となった。

V_s が 100m/s のときは最初の部材(左側壁下端)にひび割れが発生する時の構造物の δ は約 0.05cm で、 θ は 0.016% となった。最初の部材(頂版右端)が降伏した時の構造物の δ は約 0.6cm で、 θ は 0.181% となった。最初の部材(中壁下端)が終局に至る時の構造物の δ は約 4.6cm で、 θ は 1.40% となった。

図 - 3(a)からわかるように、共同溝 A では降伏、終局とも地盤の剛性が変わると損傷順序が多少異なる場合もあるが、損傷位置はほとんど等しい。

図 - 4(a)から地盤剛性が低い $V_s=50$ m/s の方が初降伏時の地表面荷重が大きく、終局時の地表面荷重が小さい。これは、地盤剛性が低い場合は、構造物が損傷が進展するまでは構造物の剛性比が高く変位が伝達しにくい、損傷の進展に伴って構造物の見かけの剛性が低下するため変位の伝達率が地盤剛性が高い場合に近くなり、もともと地盤剛性が低い方が同じ荷重では変形量が大きいため、終局荷重は $V_s=100$ m/s の場合に比べて小さくなったと考えられる。

共同溝 B では V_s が 50m/s のときは最初の部材(下層左側壁下端)にひび割れが発生する時の構造物の δ は約

0.07cmで、 s は0.013%となった。最初の部材(下層左側壁下端)が降伏した時の構造物の s は約0.7cmで、 s は0.131%となった。最初の部材(下層中壁下端)が終局に至る時の構造物の s は約4.1cmで、 s は0.759%となった。

V_s が100m/sのときは最初の部材(下層右側壁上端)にひび割れが発生する時の構造物の s は約0.08cmで、 s は0.015%となった。最初の部材(下層右側壁上端)が降伏した時の構造物の s は約0.8cmで、 s は0.148%となった。最初の部材(下層中壁下端)が終局に至る時の構造物の s は約4.2cmで、 s は0.782%となった。

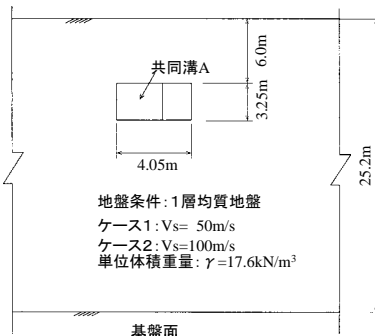
図-3(b)からわかるように、共同溝Bの場合も降伏、終局とも地盤の剛性が変わると損傷順序が多少異なる場合もあるが、損傷位置はほとんど等しい。

図-4(b)から、地盤変位の構造物への伝達について、共同溝Bに対して共同溝Aの場合と同様の傾向が見られる。

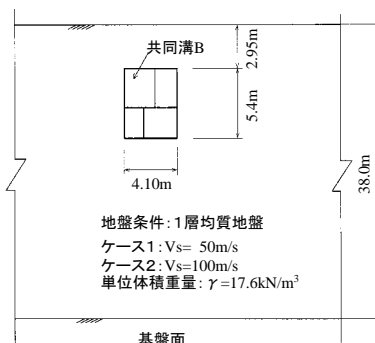
4. おわりに

本論では、地中構造物の耐震性能を地震時の変形性能により評価することを想定し、共同溝を例に応答震度法により変形性能を試算するとともに、共同溝の構造、周辺地盤の剛性の違いによる損傷過程を検討した。今後、地中構造物の変形性能の簡易推定法について検討を進める。

参考文献 1) 日本道路協会:共同溝設計指針,1986.3 2) 日本道路協会:道路橋示方書 コンクリート橋編,1998.11

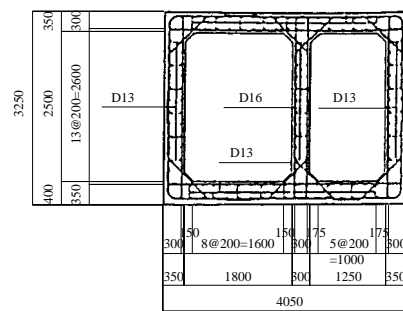


(a) 共同溝 A

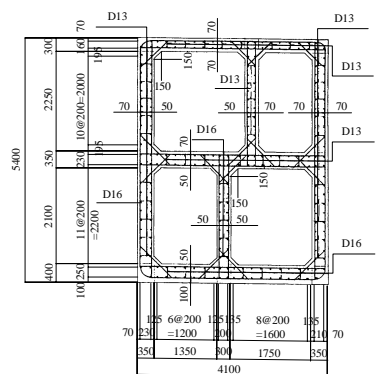


(b) 共同溝 B

図 - 1 解析対象共同溝

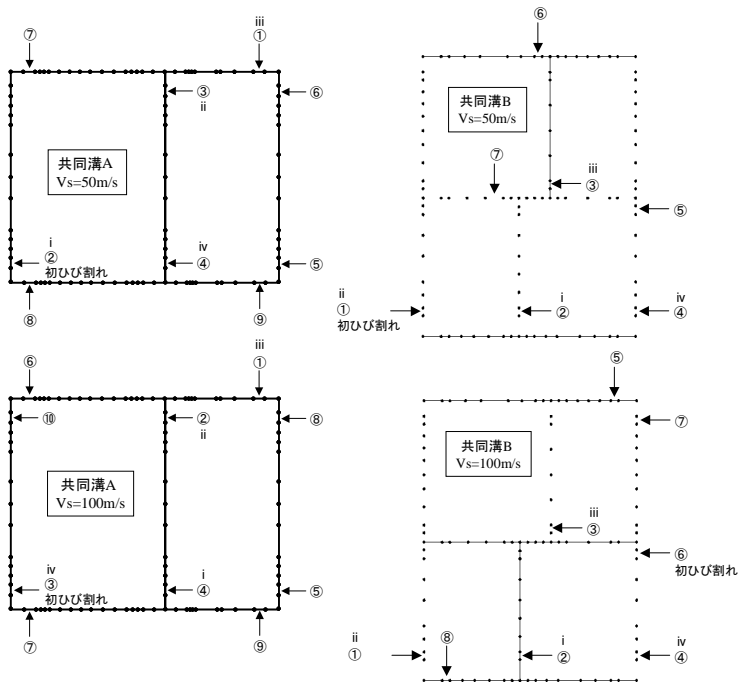


(a) 共同溝 A



(b) 共同溝 B

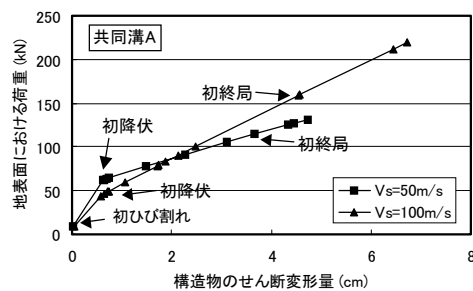
図 - 2 配筋図



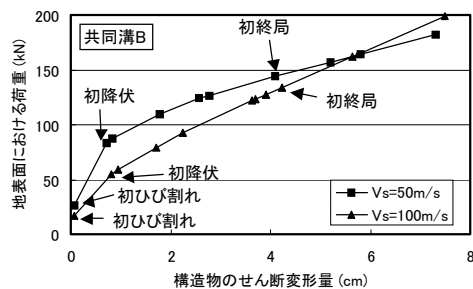
(a) 共同溝 A

(b) 共同溝 B

図 - 3 損傷順序



(a) 共同溝 A



(b) 共同溝 B

図 - 4 地表面荷重と構造物変位の関係