

炭素繊維グリッドで耐震補強した地中構造物のハイブリッド地震応答実験

電中研 正会員 ○酒井理哉 佐藤雄亮 大友敬三

1. 目的

せん断補強筋が不十分な2連ボックスカルバートの隔壁部に着目し、ポリマーモルタルと炭素繊維グリッドによる耐震補強を施し、当該部位だけを試験部分としたハイブリッド地震応答実験を実施し、補強効果を確認する。

2. 炭素繊維グリッドによる耐震補強方法

炭素繊維グリッドによる耐震補強方法は、図1に示すように、格子状に成型された炭素繊維製の筋材を補強部分にアンカー止めし、ポリマーモルタルで増厚して補強する方法である。独立柱のように周方向に巻き立てて補強できる条件でない部材への適用が可能であり、補強部材が軽量なため施工も容易である。本論では、既往研究事例¹⁾を参考に、図2に示すような比較的埋設条件の深い2連ボックスカルバートの中央隔壁部への耐震補強に着目し、せん断補強筋の配置されていない試験体を製作し、補強に用いる炭素繊維筋材の太さをパラメータとして試験を行い、適用性を評価した。補強条件としては、炭素繊維グリッドとして、格子間隔50mmピッチ、引張強度 $1,400\text{N/mm}^2$ 、引張弾性率 $100,000\text{N/mm}^2$ の高強度タイプ2種類(FTG-CR4:断面積 6.6mm^2 , FTG-CR8:断面積 26.4mm^2)を使用した。増厚したポリマーモルタルは、圧縮強度 60N/mm^2 、増厚量を20mmとした。



図1 炭素繊維グリッドによる補強方法

3. 地中構造物のハイブリッド地震応答実験

ハイブリッド地震応答実験は、数値解析により構造物の全体挙動を考慮しつつ、一部材を取り出して載荷実験を行い、損傷が集中する箇所の局所的な非弾性挙動や破壊過程を評価する耐震評価方法である²⁾。本論では、図3に示すように、地盤と2連ボックスカルバートを数値モデルとし、中央隔壁部を試験部分として、ハイブリッド実験を行った。

2連ボックスカルバート
(高さ: 2.8m、幅: 5.4m)
土被り厚: 11.5m
引張鉄筋比
隔壁: 0.40%
側壁: 0.24 ~ 0.48%
頂版: 0.24 ~ 0.84%
カルバート下端は岩着

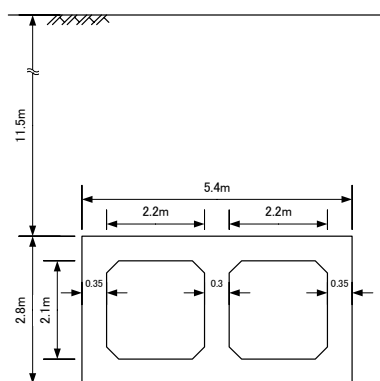


図2 対象となる地中構造物

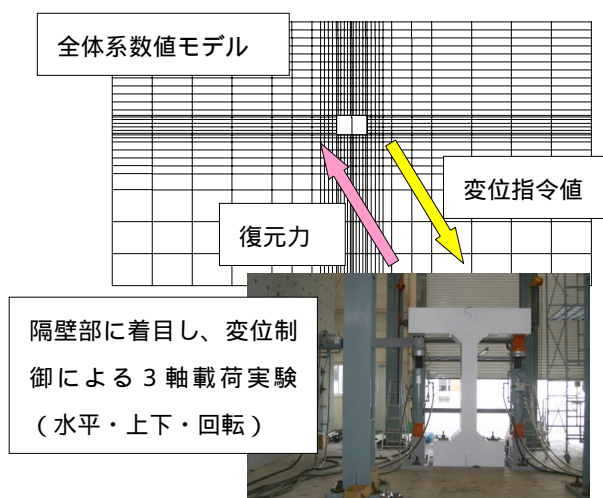


図3 地中構造物のハイブリッド地震応答試験概念図

キーワード 耐震補強, 炭素繊維補強, 地中構造物, ハイブリッド実験, せん断補強

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子1 6 4 6 (財)電力中央研究所 構造工学領域 TEL 04-7182-1181

図4に隔壁部試験体の配筋図を示す。入力地震動は岩盤上で計測された強震記録である、兵庫県南部地震の神戸大学での観測記録を使用し、終局的な変形挙動の評価として加速度振幅を1.5倍した(図5)。また、全体数値モデルにおいて、自重解析を作用させ、土被り厚11.5mによる上載圧を入力した条件で実験を行った。

4. 実験結果

図6に試験体の水平方向の荷重変位関係を示す。補強なし試験体は、層間変形角0.8%時に最大荷重110kNとなったのに対し、CR4、CR8の補強による試験体の最大荷重はそれぞれ147kN、153kNとなり、補強効果としては3～4割の耐力向上する結果となった。試験終了時のひび割れ状況を図7に示す。補強なし試験体ではせん断破壊が生じ、上載圧による鉛直方向の軸力の支持機能を喪失したのに対し、補強した試験体は、せん断によるひび割れが生じるものの、上載圧を支持し、機能喪失には至らなかった。既往検討による補強なしの条件の静的載荷試験においても、層間変形角1.5%程度で隔壁部がせん断破壊する結果になっており、今回の補強によってせん断破壊を防ぐことができることが実験的に明らかになった。

5. まとめ

炭素繊維グリッドを用いた耐震補強方法を2連ボックスカルバートの隔壁に適用し、ハイブリッド地震応答実験により補強効果を確認した。本耐震補強方法により、3～4割の耐力向上する結果が得られ、終局的なせん断破壊を防止に効果的であることが明らかになった。今後は、耐力向上とせん断破壊防止に有効な、補強効果のメカニズムを明らかにするとともに、数値解析のモデル化を図り、補強評価法を構築する

参考文献

- 1) 市川、他：ひずみに着目したボックスカルバートの耐震性評価に関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.27、No.2、pp.973-978、2005
- 2) 酒井、他：非線形有限要素解析と載荷試験の連携によるハイブリッド耐震試験手法の開発、日本機械学会第9回「運動と振動の制御」シンポジウム論文報告集、pp.317-322

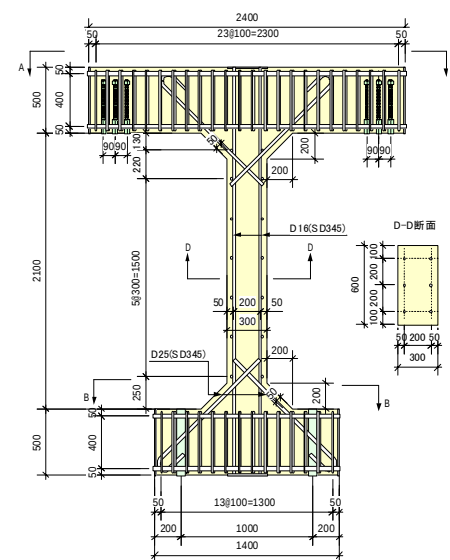


図4 隔壁試験体配筋図

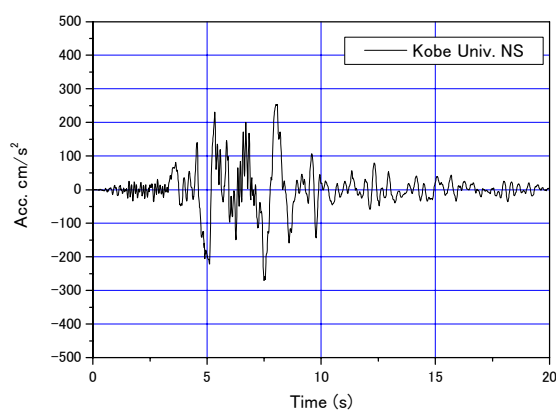


図5 入力地震動

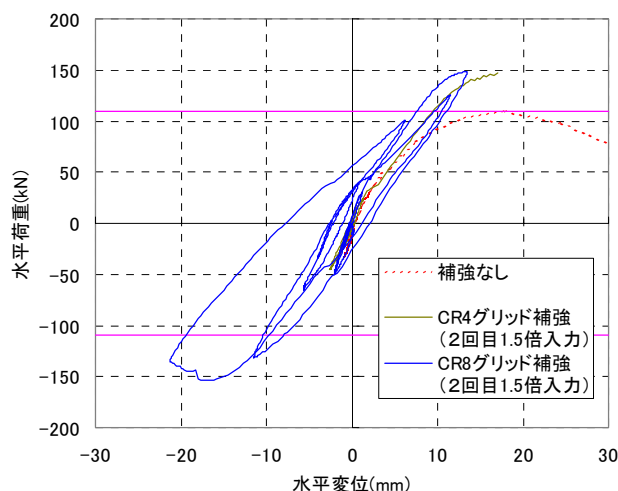


図6 荷重変位関係



無補強

CR4 補強

CR8 補強

図7 ひび割れ状況