中部電力 正会員 橘 泰久

中部電力 正会員 平松住雄

佐藤工業 正会員 秋山伸一

佐藤工業 正会員 荒添正棋

1.はじめに

1995年兵庫県南部地震による被害を契機に,これまでの耐震設計基準の見直しが各機関で進められている. このような趨勢の中で,レベル2地震動のようなより大きな地震力に対して,従来の設計法に従って建設された既存構造物の安全性をどのように照査するかは重要な問題である.このような背景から,地中構造物の 地震時耐力と変形性能を調べるための載荷実験を行った.本実験では,試験体としてこれまでに実際に使用 されてきた実物の地中構造物を用いている点に大きな特徴がある.ここでは,実験の概要と構造物の非線形 挙動についての概略検討の結果について述べる.

2.実験概要

実験に用いた試験体は約13年間海水排水路として使用され てきた鉄筋コンクリート製のボックスカルバートからワイヤ ーソーにより切り出した.実験に用いた構造物の形状と配筋 を図-1 に示す.この構造物は設置位置における土被り厚さを 約1m,設計震度を0.3として震度法により設計されている.

試験体切り出しに先立ち,構造物を目視調査した.構造物 内部の状況を図-2 に示す.カルバート内部の側壁中央に見ら れる茶色に変色した部分はかつて水路内を流れていた海水面 の跡である.ここから下側に貝殻が付着している様子が見ら れる.調査の結果,このように変色や貝殻の付着があるもの の,有意なひび割れや鉄筋の錆などは見られず,構造物は健 全な状態であった.

実験に用いた載荷装置の概要を図-3 に示す.この実験では 試験体上面に合計40kNのインゴットを並べ,土被り1mの上 載土荷重を模擬した.また,地震時に地盤から与えられるせ ん断変形を考慮して,側壁上端部に設置された2台の油圧ア クチュエーターから水平方向に圧縮加力を交番載荷した.

3.実験結果と考察

交番載荷実験において頂版中央で計測された荷 重と変形の関係を図-4 に示す.実験では頂版の水 平変位が18.5mm(部材変形角1/100rad.)に達したと ころで耐力は386kNで最大となった.ここから水 平変位が増加すると耐力は低下し,水平変位 55.5mm(変形角1/33rad.)付近で左側壁下端部にせ ん断ひび割れが現れた.さらに右側アクチュエー



図-1 試験体の形状と配筋



図-2 構造物内部の状況



キーワード:交番載荷実験,既設地中構造物,地震時耐力,非線形挙動 中部電力㈱土木建築部 〒461-8680 名古屋市東区東新町1番地,TEL.052-973-2254,FAX.052-973-3173 佐藤工業㈱中央技術研究所 〒103-8639 中央区日本橋本町 4-12-20,TEL.03-5823-2352,FAX.03-5823-2358 ターから載荷し,水平変位 74mm(変形角 1/25rad.)付近に達 したところでせん断破壊した.

図-5 には試験体に発生したひび割れの最終状況を示す. 図中, 左側壁下端部の太い実線がせん断破壊の原因となっ たひび割れを示す.図-5によると,ひび割れはハンチ付近 に集中して現れるのに対して,部材中央部には少ない.す なわち,ひび割れは特定の箇所に集中して現れる.これら のひび割れは,部材変形角が小さい実験初期の段階におい て曲げひび割れとして現れた.水平変位の増加に伴い塑性 変形が進行すると, 左側壁下端部で曲げひび割れを結ぶよ うにせん断ひび割れが発生し,最終的にせん断破壊に至っ た.なお,試験体はせん断破壊後も自立し,内空 を確保していた.

実験結果を考察するために図-6 に示す骨組みモ デルを用いて試験体が保有する水平耐力について 簡易的な検討を行った.ここでは,試験体の自重 と上載荷重およびモデルの右側壁上端から水平力 を作用させ、部材に発生する曲げモーメントが曲 げ耐力²⁾を越える箇所を塑性ヒンジに代えながら 逐次計算を行った.計算から得られる頂版中央の 荷重と変位の関係を図-7 に示す.この図には図-4 に示す実験結果の曲線のうち最大耐力付近までの

包絡線を破線で示す、本検討は骨組みモデルによる簡単な 線形計算に基づいているにも関わらず,図-7 に示すように 実験結果を比較的良く表している.

上記の計算から,塑性ヒンジが形成される箇所の発生断 面力と耐力を表-1 に示す.表-1 によると,塑性ヒンジが形 成される時点で部材に発生するせん断力はせん断耐力を越 えていない.この結果から判断すると,実験では曲げによ る鉄筋降伏により塑性化が進んだ後にせん断破壊が発生し たものと考えられる.このことは上述した試験体ひび割れ の発生状況とも符合する.

4.まとめ

約13年間使用されてきた実際の地中構造物を用いて載荷実 験を行った.その結果,部材角 1/100rad.(水平変位 18.5mm)で 最大耐力 386kN に達した後,部材角 1/20rad.(水平変位 74mm) 付近で側壁下端部がせん断破壊した、実験時のひび割れ観察 と実験後の検討によると,本実験では曲げによる塑性化が進 んだ後にせん断破壊に至ったものと判断される.

-参考文献-

1) 平松・橘・秋山・荒添:実際に使用されてきた地中構造物を用いた地震時の耐力・変形性能に関する載荷実験,第1回構造 物の破壊過程解明に基づく地震防災性向上に関するシンポジウム, pp.175-178, 2000. 2)コンクリート標準示方書・設計編,土木学会,1996.



図-4 頂版中央における荷重-変位関係





図-5 ひび割れ状況

図-6 検討用モデル



図-7 骨組み計算結果

表-1 塑性ヒンジ形成時の断面力と耐力

	箇所	発生断面力		断面耐力	
No.		M (kNm)	S (kN)	Mu (kNm)	Su (kN)
	右側壁上	75	116	75	119
	左側壁下	111	149	111	168
	右側壁下	123	141	123	155
	左側壁上	169	195	169	200