

# プレキャストセグメント構造沈埋トンネルの応答変位法による地震時の検討

鹿島 土木設計本部 正会員 福地 隆史 正会員 太鼓地 敏夫  
 早稲田大学理工学部 フェロー会員 清宮 理  
 運輸省港湾技術研究所 正会員 横田 弘

## 1. はじめに

プレキャストセグメント構造沈埋函は、矩形セグメントを長手方法に連結してP C鋼材で一体化した構造の沈埋函である。工費低減・工期短縮が期待できる構造形式として海外において施工実績が増えているが、国内の実績はほとんどない。今回、我が国での適用性を検討する目的で、本構造沈埋函の試設計を行ったので報告する。

図 - 1 に本構造沈埋函の製作方法を示す。

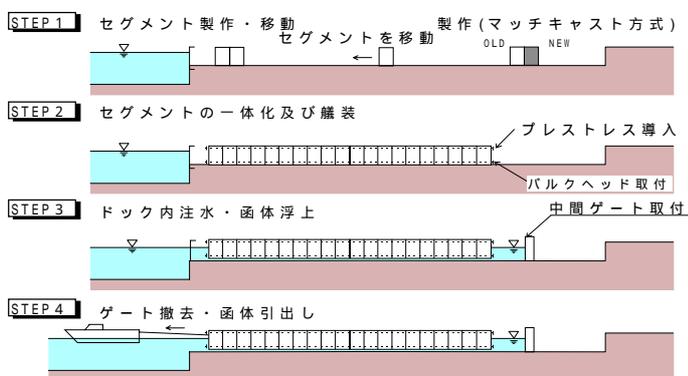


図 - 1 造船ドックを用いた組立・進水方法

## 2. プレキャストセグメント構造沈埋函

沈埋函の構造を図 - 2 に示す。鉄筋コンクリート製の標準セグメント（長さ 5.0m）19 個、端部セグメント（長さ 2.5m）2 個で構成され、1 函体の長さは 100m である。各セグメント間にはせん断キーが設けられ、セグメント同士はP Cケーブルで連結している。セグメント接合部には、シールドトンネル同様に止水ゴムを二段に装填し止水性を確保する(図 - 3)。

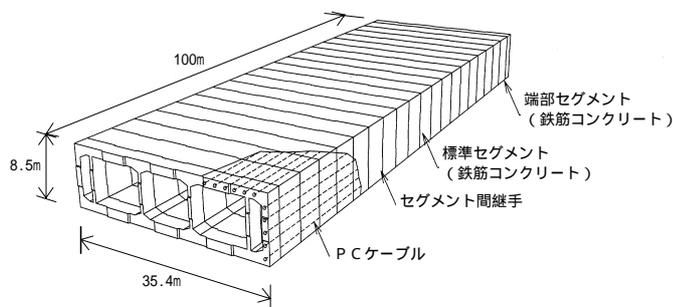


図 - 2 構造概要図

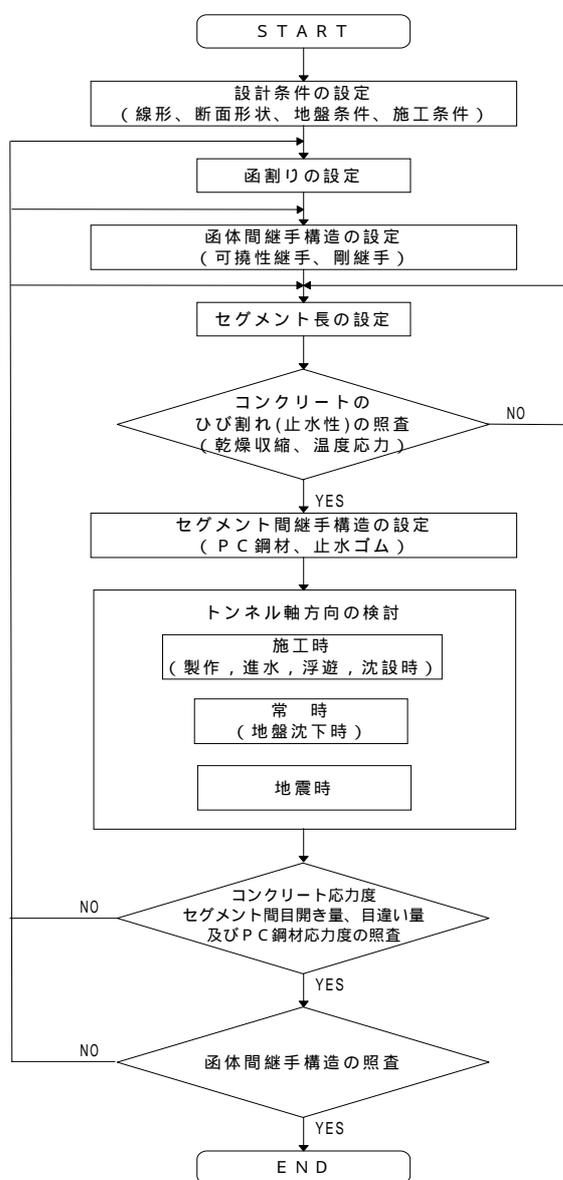


図 - 4 設計フロー

### 3. 応答変位法による耐震設計（軸方向）

#### (1) 等価剛性

耐震設計フローを図-4に示す。沈埋トンネルの軸方向について、等価剛性を持った梁として応答変位法により検討する。等価剛性は、軸圧縮に対してはコンクリートの剛性、軸引張りに対してはセグメントならびにPC鋼材を直列ばねとして評価する。曲げ剛性は、接合面において圧縮側はコンクリートで、引張り側はPCケーブルで抵抗するものとして評価する（図-5）。

#### (2) 設計地震力

地盤変位を計算する速度スペクトルは下水道施設の耐震基準（案）を基に、レベル1で $S_v=0.24$  cm/sec、レベル2で $S_v=80$  cm/secとする（図-6）。

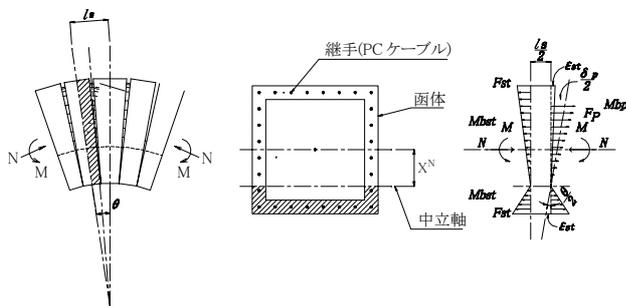


図-5 等価曲げ剛性の考え方<sup>1)</sup>

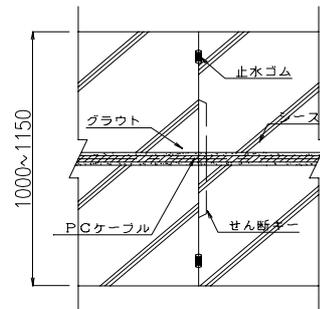


図-3 セグメント継手構造図

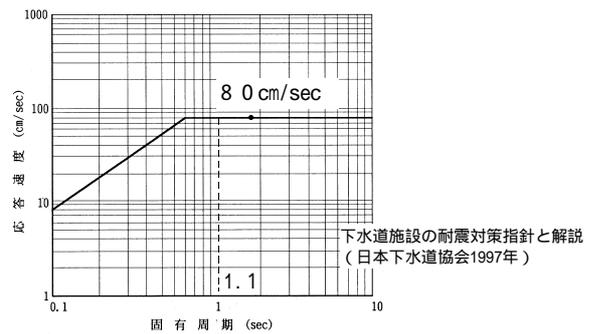


図-6 設計用速度応答スペクトル（レベル2）

#### (3) 安全性照査

PC鋼材としてSWPR7B 12 15.2を188本配置した断面に対しての応答変位法による断面力の算定結果を表-1、安全性照査結果を表-2に示す。安全性照査は今回、許容応力度法によった。目開き量は既製の止水ゴムよりセグメントにはレベル1、レベル2ともひび割れの発生はない。コンクリート圧縮応力度、PC鋼材引張力及び目開き量とも許容値を満足できた。

表-1 設計用断面力

		レベル1	レベル2
軸力 (tf)	圧縮	7,315	24,384
	引張	5,820	19,401
曲げモーメント (tf・m)	水平面内	101,140	337,132
	鉛直面内	21,907	73,022

表-2 耐震安全性の照査

		計算結果（レベル1）			計算結果（レベル2）			許容値	判定
		軸力分	曲げ分	計	軸力分	曲げ分	計		
セグメント 応力度	圧縮 $\sigma_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	36	25	61	52	84	136	210 <sup>*1</sup>	OK
	引張 $\sigma_t$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	23	-11	12	11	-36	-25	-	OK
PCケーブル 引張力	P (tf)	31	36	67	103	119	222	223 <sup>*2</sup>	OK
継手部の 目開き量	(mm)	0.00	1.08	1.08	0.00	3.59	3.59	5.00	OK

（注）上表中応力度及び目開きは、プレストレス29kg/cm<sup>2</sup>を考慮した値

\*1 コンクリート  $f'_{ck}=400$  kg/cm<sup>2</sup> \*2 PCケーブル SWPR7B 12S15.2（自由長1.0m）

### 5. まとめ

プレキャストセグメント構造沈埋函の試設計を実施し、耐力及び止水性ともに安全性が確保できることを確認した。現在、動的応答解析を実施するとともに、継手構造の耐力及び止水性について実証実験を行っており、順次報告したい。なお、本研究は鹿島、早稲田大学及び運輸省港湾技術研究所の共同研究として実施したものである。

参考文献 1) 川島一彦他, 鉄筋コンクリート製シールドトンネルの耐震設計法に関する研究、土木研究所報告第188号-1, 1992.12