

VI-186

RC の剛性低下を考慮した円筒形連壁の設計手法に関する一考察

○大成建設土木設計第二部 正会員 高木 宏彰*¹

〃 〃 〃 山本 平*¹

大成建設技術開発第二部 〃 長瀬 寛*²

1. はじめに

円筒形連壁は、そのリング効果により円周方向の軸圧縮力が支配的となる。しかし、鉛直方向に発生する曲げモーメントのため、水平方向クラックが発生する。

したがって、円筒形連壁の鉛直方向剛性低下の影響を考慮することで、よりリング効果が大きくなり合理的な設計が可能になると考えられる。ここでは従来設計法（弾性解析）と円周方向の剛性はそのまま、鉛直方向のみ剛性を1/2に低下させた解析について比較を行い、合理的な設計方法についての検討を行った。

2. 設計手法の概要

今回比較検討を行った、設計手法の概要を表-1に示す。

表-1 設計手法の概要

設計手法	手法の概要
従来設計法 （以下手法① 及び①'）	個々の荷重に対して地盤反力が作用する方向に、地盤バネを設定し、個別に解析を行い、得られた断面力を重ね合わせて評価する。尚、今回は連壁の鉛直方向剛性は、低減なしのケース（手法①）及び50%に低減するケース（手法①'）の2ケースについて比較を行う。
荷重同時載荷 による設計法 （以下手法②）	連壁の変形に応じて、引張カットの弾塑性地盤バネを用いて、各組合せのケースの荷重を同時に載荷させた解析を行う。尚、連壁の鉛直方向剛性は50%に低減して検討を行う。
材料非線形性を 考慮した解析方法 （以下手法③）	荷重同時載荷による解析方法に、材料非線形性（コンクリートのひびわれ及び塑性化）を考慮した解析を行う。

3. 土質条件及び解析モデル

土質条件を表-2に、また解析モデルを図-1に示す。

表-2 土質定数

▽GL+0.0m	地層区分	単位体積重量 γ_{sat} (tf/m ³)	N値	E (kgf/cm ²)	C (tf/m ²)	ϕ (度)
▽GL+0.0m	B _{s1}	1.95	15	40	0.0	30
▽GL-7.1m	B _{s2}	1.80	10	30	3.0	0
▽GL-17.1m	A _{1c}	1.65	4	80	7.0	0
▽GL-31.6m	D _{1s}	1.90	42	400	0.0	40
▽GL-40.1m	D _{3s1}	1.95	49	1000	0.0	42
▽GL-58.1m	K _{ac}	1.75	50	4400	145.0	0

4. 境界条件

地盤バネ値は、道路橋示方書・解説Ⅳ 下部構造編に従い算定する。手法①及び①'は荷重毎に常時のバネ値もしくは地震時のバネ値を用いる。また、手法②及び③においては地震時のバネ値を使用し、半径方向の地盤バネを引張カットの弾塑性バネとしてモデル化する。尚、せん断バネについては弾性バネとする。

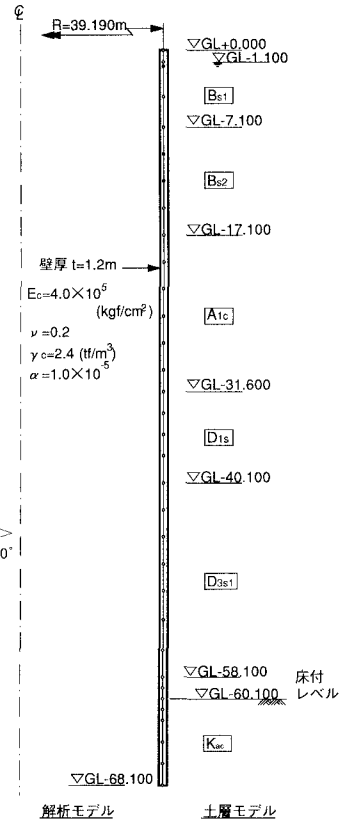


図-1 解析モデル

キーワード：円筒形連壁、等価剛性、RC 非線形解析

* 1 〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1（新宿センタービル）TEL.03-5381-5417 FAX.03-3342-2084
* 2 〒169-0073 東京都新宿区百人町 3-25-1（サンケンビル）TEL.03-5386-7583 FAX.03-5386-7576

5. 材料非線形特性（手法③）

コンクリートの圧縮側の応力-ひずみ関係は、ひびわれが発生した場合、ひびわれ直交方向のひずみに応じて強度を低減している。Tension stiffening は、図-2 に示すモデルを用いる¹⁾。また、鉄筋の応力-ひずみ関係を図-3 に示す。

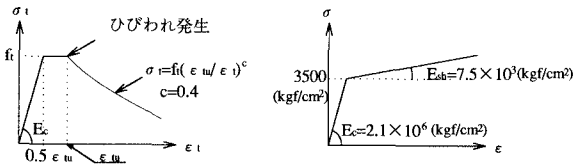


図-2 Tension stiffening

図-3 鉄筋の応力-ひずみ関係

6. 荷重条件

荷重の組み合わせケースを表-3 に示す。

7. 検討結果

それぞれの手法により得られた鉛直方向の断面力の比較結果を図-4 に示す。断面力は、耐力的に最も厳しいケース KW の 180° 側での値を示している。また、手法②及び③のケースの 180° 側の半径方向変位の比較を図-5 に示す。

図-4 より、手法②と③の結果は、軸力 N でやや手法③の値が大きくなっているものの、ほぼ同様な値となっていることが分かる。また、手法①' と比べると手法②及び③の値はやや大きくなっている。これは手法①' では土水圧（常時荷重）を載荷する際に、常時の地盤バネ値（地震時の 1/2）を用いているためである。これより、鉛直方向の剛性を 1/2 とすることで、より実際に近いモデル化となるものと思われる。

また図-5 より、変形は手法③の方が大きくなっているが、これより、今回のケースでは、材料非線形性を考えた場合の平均的な等価剛性は 0.5 よりもやや小さいものと推定される。

8. まとめ

本ケースの円筒形連壁を設計する場合、ひびわれの影響を考慮して、鉛直方向剛性を 1/2 とすることで、より現実に近い合理的な設計となる可能性があることを示した。今後は、荷重同時載荷をする際の地盤バネ値の設定方法の検討、及び地盤や内径の異なる連壁での検討を進めていく予定である。

表-3 荷重組み合わせ表

組合せ ケース	検討荷重 ケース名	常時		地震時	
		夏季 JS	冬季 JW	夏季 KS	冬季 KW
一般 荷重	自重	●	●	●	●
	水圧	●	●	●	●
	施工時土圧	●	●	●	●
	施工時偏土圧	●	●	●	●
	施工時上載荷重	●	●	●	●
	施工誤差の影響荷重	●	●	●	●
地震 時荷重	温度荷重（夏）	●	●	●	●
	温度荷重（冬）	●	●	●	●
	地震時慣性力			●	●
	地震時土圧			●	●

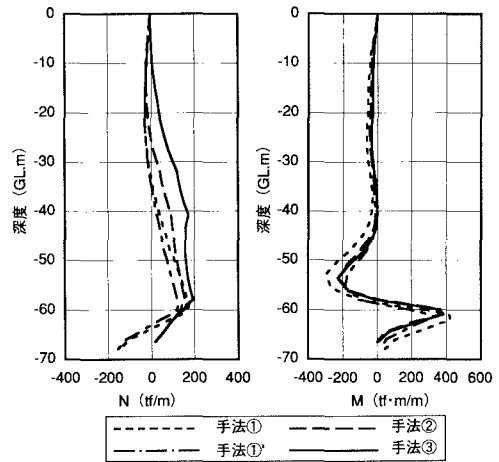


図-4 断面力比較結果

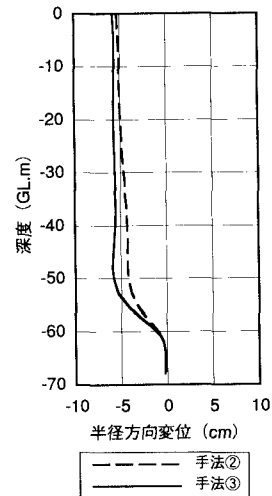


図-5 半径方向変位比較結果

（参考文献） 1) 岡村、前川：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則 技報堂出版