

山留め壁（応力材）を利用 した本設合成壁工法 調査報告（2004.11.10）

（財）建築コスト管理システム研究所
新技術調査検討会

1 はじめに

本調査報告第1回（2004.3.19）に「環境負荷低減型ソイルセメント柱列山留め壁工法」を調査報告しましたが、その山留め壁芯材（鋼材）を本設構造体として有効利用する工法が研究開発され、不用物の有効利用と地下躯体数量の低減により総エネルギー削減を図り、環境負荷低減に寄与しつつ普及されているので、その内容とコストについて調査することとした。

2 調査概要

(1) 建築工事監理指針（平成13年度版）による山留めの種類に、今回の工法の位置付けを下図に示す。

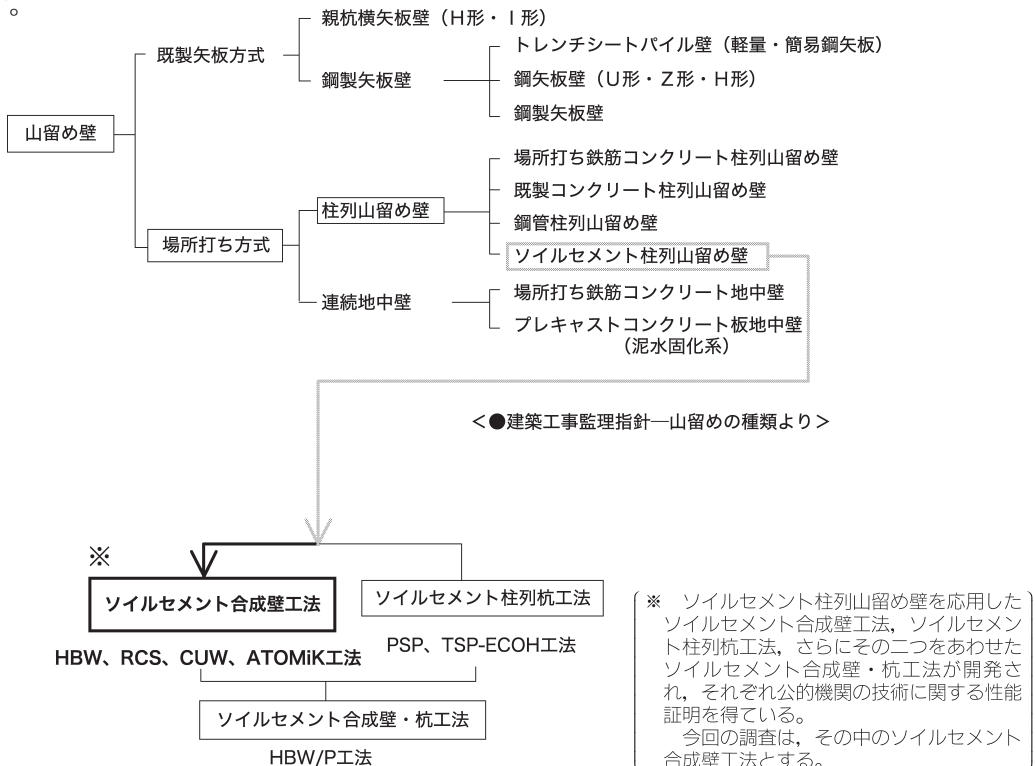


図1 山留め壁の種類におけるソイルセメント合成壁工法の位置付け

- (2) 本調査の対象は、ソイルセメント柱列山留め壁を応用したソイルセメント合成壁工法である。この工法は、類似工法が多数存在し、施工実績が多く、施工技術上の問題もないと判断し、従来工法との経済性、性能等について検討を行った。

3 ソイルセメント合成壁工法の特徴

- (1) 仮設としての山留め壁応力材であるH形鋼と鉄筋コンクリート（RC）壁をスタッドジベルで接合して地下外壁を構築する工法であり、HBW、RCS、CUW、ATOMiK 工法等がある。

いずれの工法も若干の相違はあるが、概ね本体地下躯体コンクリート壁と一体（合成）構造とするものである。

合成構造とするために、接合面に打設する頭付スタッドジベル量の粗密の程度を接合面のせん断剛性(k)と定義し、せん断剛性が0の場合を「重ね壁」として扱っている。

設計的には、合成壁とした場合、仮設時側圧は元の山留め壁芯材で、本設時側圧は合成壁で負担させる。また、地震時の荷重は本体コンクリート壁のみで負担させる。

以下にその特徴を示す。

- ① 経済性…壁を一体化することで、地下外壁のコンクリート、鉄筋量が低減される。
- ② 資源の有効活用…仮設応力材を本体構造の一部として利用する事によるコストの削減が図られる。
- ③ 敷地の有効利用…壁厚が薄くなるため地下空間の容積が増える。

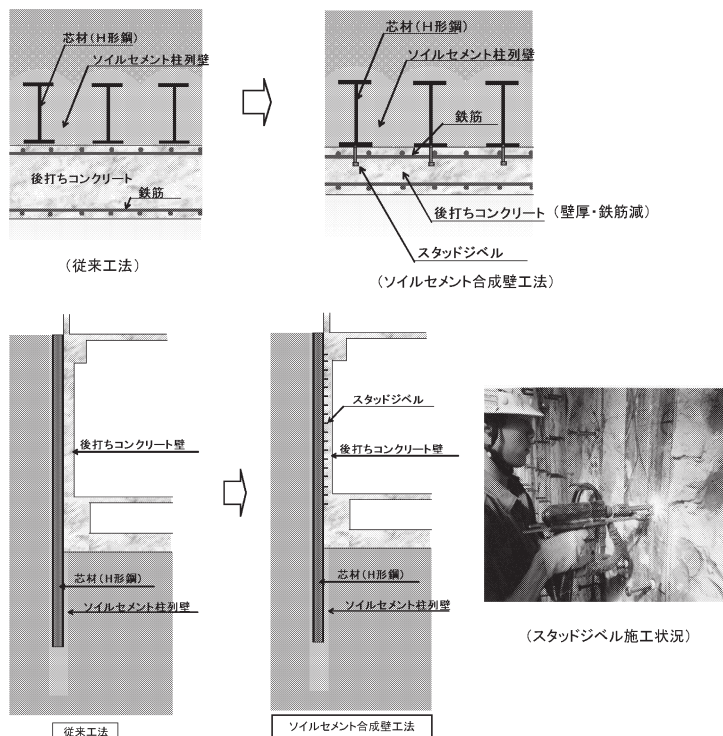


図2 ソイルセメント合成壁工法説明

(2) 従来工法とソイルセメント合成壁工法との躯体増減比較は次のとおりである。

表1 従来工法との相違点

項目	全般	壁	柱	梁	スラブ	備考
山留め芯材	—					
スタッドジベル		増	—	—	—	
鉄筋		減	—	—	—	
コンクリート		減	—	—	—	
型枠		—	増	増		壁取合側面

※壁面と柱、梁の取合面に型枠の増が発生するが、微少なため比較対照から除外する。

(3) 各工法の施工実績（2004年8月末現在）

表2 ソイルセメント合成壁工法施工実績一覧表

工法名	物件名	場所	運用年月	構造・規模	官民
HBW 工法 浅沼 奥村 鴻池 銭高 松村	Aビル（再開発ビル 集合住宅）	愛知県	1994.7～1997.10	RC造，B3—26F，延床：55,260㎡	民
	Bビル（商業施設）	大阪府	1995.2～1997.1	RC-S造，B2—12F，延床：53,800㎡	民
	C工作物（浄化槽）	京都府	1995.5～1995.11	RC造，B2F，述床：300㎡	民
	Dビル（商業施設）	千葉県	1998.3～2000.4	RC-S造，B2—3F，延床：36,800㎡	民
	Eビル（複合施設）	大阪府	1998.6～2001.3	SRC造，B3—15F，延床：27,900㎡	官
	Fビル（再開発ビル）	兵庫県	1998.11～1999.4	SRC造，B2—13F，延床：20,917㎡	官
	Gビル（庁舎）	大阪府	1999.3～2004.2	SRC-S造，B3—8F，延床：21,300㎡	官
	Hビル（事務所）	東京都	1999.4～2001.1	SRC造，免震，B1—10F，延床：12,740㎡	民
	Iビル（商業施設）	大阪府	1999.9～2002.3	RC-S造，B3—14F，延床：26,630㎡	民
	Jビル（再開発ビル 事務所棟）	東京都	2000.8～2002.2	S造，B1—12F，延床：32,860㎡	民
	Kビル（再開発ビル 住宅棟）	東京都	2000.11～2003.3	RC造，B2—24F，延床：22,410㎡	民
RCS 工法 五洋 鉄建 戸田	Aビル（事務所，共同住宅）	広島県	2000.6～2004.3	RC造，B1—43F，延床：55,539㎡	民
	Bビル（ホテル）	東京都	2001.3～2003.2	SRC造，B2—14F，延床：15,545㎡	民
	Cビル（事務所）	東京都	2000.9～2002.2	CFT造，B1—7F，延床：5,050㎡	民
	Dビル（商業施設，変電所）	神奈川県	2002.4～	SRC造，B4—12F，延床：47,766㎡	民
	Eビル（事務所）	東京都	2002.10～2004.2	RC造，B2—6F，延床：2,935㎡	民
	Fビル（学校）	東京都	2003.10～	CFT造，免震，B1—14F，延床：19,141㎡	民
	Gビル（医療施設）	東京都	2003.7～	SRC造，免震，B1—7F，延床：8,821㎡	民
CUW 工法 安藤，佐藤 西松，ハザマ フジタ 三井住友	Aビル（集合住宅）	東京都	2002.2～2002.12	RC造，B2—5F，延床：2,489㎡	民
	Bビル（情報センター）	東京都	2002.7～2003.12	S造，RC造，B4—10F，延床：13,241㎡	民
	Cビル（スタジオ）	東京都	2002.9～2004.1	RC造，B2—3F，延床：2,109㎡	民
	Dビル（集合住宅）	神奈川県	2002.9～2004.7	RC造，B1—13F，延床：25,563㎡	官
ATOMiK工法 新井，大木 熊谷，東洋 ピーエス三菱	Aビル（病院）	広島県	2002.10～	RC造，B1—4F，延床：8,648㎡	官
	Bビル（事務所）	大阪府	2004.5～	S造，RC造，B1—11F，延床：6,207㎡	民
	Cビル（集合住宅）	東京都	2002.4～	SRC造，B2—13F，延床：6,207㎡	民
	Dビル（集合住宅）	神奈川県	2003.7～	RC造，B4—32F，延床：51,850㎡	民

(4) 従来工法とソイルセメント合成壁各工法の工事費比較

下表は、ソイルセメント合成壁各工法間の工事費比較に際し、適用する単価を同一条件とするために、2004年9月の建設物価（東京単価）及び2004年夏号建築施工単価（東京単価）を基にコスト比較を行った。実施された年度及び実施場所も異なるため、物価変動や単価の地域格差により物件採用時のコスト割合とは異なっている。

ソイルセメント採用により、従来工法との比較事例（表3）ではコンクリート量は20%～61%、鉄筋量は26%～63%減少している。各工法のコストの低減率では、試算6件（CUWを除く）で4.3%～39.6%となっている。この低減率の差は、適用建物の設計条件などの固有条件の違いによるものと考えられる。

「重ね壁」（3(1)及び表3※印参照）の例では、コストの低減率は30.6%となっている。

表3 従来工法とソイルセメント合成壁各工法との工事費比較 ※：「重ね壁」の例

工 法	地下階数 水平延長 (m)	壁厚		コンクリート			鉄筋			スタッドジベル		合計減額 (千円)	低減率 (%)
		仕様 (mm)	減率 (%)	FC(N /mm ²)	減m ³ (%)	減額 (千円)	仕様変更	減 t (%)	減額 (千円)	仕様	増額 (千円)		
HBW	地下3階 248m	300→300	22	33	1042 (29)	16,310	B 1 縦D19@200W→D16@200w 横D16@200w→変更なし	118.6 (34)	14,280	B 1 1-φ16@150	21,590	9,000	9.1
		800→600					B 2 縦D22@200W→D19@200w 横D22@200w→D19@200w			B 2 1-φ19@175			
		1000→600					B 3 縦D25@200W→D19@200w 横D22@200w→D19@200w			B 3 2-φ19@200 2-φ19@175			
RCS	地下1階 137.8m	400→300	29	24	100 (45)	1,360	B 1 a 縦D19@200W→変更なし 横D19@200w→外D22@200 内D19@200	12.0 (38)	1,440	1-φ16@200	1,330	1,470	23.6
		450→250 350→250					B 1 b 縦D19@200W→変更なし 横D19@200w→D16@200w						
	地下2階 100.8m	500→300 900→300	53	27	507 (61)	7,150	B 1 縦D19@125W→D16@200w 横D19@200w→D19@200w B 2 縦D25@100W→D16@200w 横D19@125w→D19@200w	110.5 (63)	13,260	B 1 2-φ16@250 B 2 2-φ16@225	7,450	12,960	39.6
※ CUW	地下2階 100.0m	300→200 400→300	29	24	80 (29)	1,100	B 1 縦外上部D16@200→D16@300 外下部D16@100→D16@200 内 D13@200→D13@250 横D13@250w→D10@200w B 2 縦外上部D19@250→D19@300 外下部D19@125→D19@200 内 D16@150→D13@200 横D13@200w→D10, 13 交互@200w	9.9 (41)	1,000	B 1 1-φ16 B 2 2-φ16	180	1,920	30.6
ATOMiK	地下1階 80.0m	500→400	20	27	58 (20)	820	D25→D16	9.2 (26)	1,100	1-φ19@200	770	1,150	13.7
	地下2階 115.0m	450→300	33	27	113 (33)	1,590	D16→変更なし	0	0	1-φ16@150	1,250	340	4.3
	地下4階 96.0m	500→350	30	36	112 (36)	1,840	D19→D16	16.3 (36)	1,980	1-φ16@150	2,670	1,150	11.0

4 ソイルセメント柱列杭工法について

ソイルセメント柱列山留め壁の芯材を本設杭とする工法も実績をあげている。

この工法は、柱列壁の先端部の圧縮強度を仮設時の強度より大きく5 N/mm²とし、施工管理・品質管理を厳密に行うことにより性能を向上させるとともに、芯材からソイルセメント・地盤への応力伝達を

確実にするため、芯材先端部に頭付スタッドジベルを打設している。

工法の特徴は概ね下記のようなものである。

- ① 外周部の杭として、山留め壁の機械で施工するため、大幅な工期短縮が可能
- ② 山留め壁の長さや支持層の深さによって大きく変動するが、支持層が概ね25mより浅い場合にコストメリットがある。
- ③ 地盤ソイルから決まる芯材1本当たりの支持力の目安は、概ね270kN(φ550)～621kN(φ950)となる。
- ④ 施工の深さは、杭径φ550～650で最大施工長さ34m以下、同φ850～900で最大施工長さ44m以下までが可能である。

5 各ゼネコンの共同開発について

最後に、ソイルセメント柱列山留め壁を応用した開発分類を下記に示す。

表4 共同開発別分類表

ソイルセメント 合成壁工法	HBW 工法	(株)浅沼組, (株)奥村組, (株)鴻池組, (株)銭高組, (株)松村組
	RCS 工法	五洋建設(株), 鉄建建設(株), 戸田建設(株)
	CUW 工法	安藤建設(株), 佐藤工業(株), 西松建設(株), (株)ハザマ, (株)フジタ, 三井住友建設(株)
	ATOMiK 工法	(株)新井組, 大木建設(株), (株)熊谷組, 東洋建設(株), ピーエス三菱建設(株)
ソイルセメント 合成壁・杭工法	TSP・ECO H 工法	(株)竹中工務店
	PSP 工法	(株)青木あすなる建設, (株)浅沼組, 安藤建設(株), 大木建設(株), (株)奥村組, (株)鴻池組, 五洋建設(株), (株)銭高組, 鉄建建設(株), 戸田建設(株), 西松建設(株), (株)松村組, 三井住友建設(株)
	HBW/P 工法	(株)浅沼組, (株)奥村組, (株)鴻池組, (株)銭高組, (株)松村組

(公的機関の技術に関する性能証明を取得済み)

なお、本調査の取りまとめに当たっては、ハイブリッド地下壁研究会所属の佐竹啓一氏（同研究会詳細は、建築コスト研究47号「仮設山留め壁の本設構造物利用への歩み」[佐竹氏執筆]参照）の協力を得たことを付記する。

〈本調査に対する意見等〉

本調査報告について、随時ご意見を受け付けます。なお、各種工法について相互の評価は行いません。

また、記載内容については自由に利用可能ですが、著作権は当研究所に帰属します。

転載・引用等の場合は、コスト研にご連絡ください。

(担当：塩原，神宮寺)