

ハイブリッド構造による住宅の施工

－新屋敷の家－

大阪支店	建築部 (九州支店駐在)	川原孝一
大阪支店	建築部 (九州支店駐在)	片山真人
大阪支店	建築部 (九州支店駐在)	平山敬大
大阪支店	建築部 (九州支店駐在)	竹本直樹

概要：本報告では、ハイブリッド構造（1階RC造・2階木造）による住宅の施工について紹介する。

熊本市中央区新屋敷に建設された新屋敷の家は熊本市中心部に位置し近くに一級河川である白川が流れる高級住宅街に平成29年7月に着工し平成30年1月に竣工できた。

平成24年7月九州北部豪雨、平成28年4月熊本地震を受けて自然災害にも対応できるハイブリッド構造が採用された。

水害に関しては1階部分をRC造で対応し、住居部分を2階に配置した。地震対策としては地盤置換工法が採用された。

Key Words：ハイブリッド構造、木造、自然災害対策、地盤置換工法

1. はじめに

木造住宅は構造体を基礎はRC造、土台、柱、壁を木造とする工法が一般的であり、コスト的にも安価である。今回施工を行った新屋敷の家は自然災害を考慮し1階部分をRC造、住居部分になる2階部分を木造とした、また地震にも対応するために地盤置換工法であるコロンブス工法が採用された、地盤置換方法にはセメント系固化材を用いて固化材と土を混ぜ転圧する表層改良工法や同じくセメント系固化材を用いてセメントミルクと土を混ぜる柱状改良工法や鋼管杭を打つ鋼管杭工法があるが、平成28年4月に熊本を襲った熊本地震でも実績がある、土を取り除きジオフォーム（EPS-発砲ポリスチレン）を敷設するコロンブス工法が採用された。

本建物での自然災害を考慮した地盤置換工法の施工状況を報告する。

2. 建物概要

本建物は躯体構築方法をハイブリッド工法とした地上2階建ての個人住宅である。建物平面は張間方向8スパン12.2m、桁行き方向15スパン27.4mである。立面は1階高さ3.1m、2階高さ2.75mの地上2階建て、軒高GL+6.1m、最高高さ7.92mである。建物概要を表-1に、建物外観を写真-1に、1階平面図を図-1に、2階平面図を図-2に、立面図を図-3(a)(b)に、断面図を図-4(a)(b)に示す。

川原孝一



片山真人



平山敬大



竹本直樹



表-1 建物概要

工 事 名	(仮称) 新屋敷の家新築工事
工 事 場 所	熊本市中央区新屋敷1丁目12-2
発 注 者	株式会社 肥後メディカルズ
設計/監理	有限会社 田中俊彰設計室
施 工	株式会社 ピーエス三菱 九州支店
工 期	平成29年6月15日～平成30年1月31日
主要用途	専用住宅
構造種別	1階-鉄筋コンクリート造 2階-木造
階 数	2階
面 積	敷地面積：465.14㎡ 建築面積：333.51㎡ 延床面積：437.25㎡
建物高さ	最高高さ：7.92m 軒高：6.1m

写真-1 建物外観



図-1 1階平面図

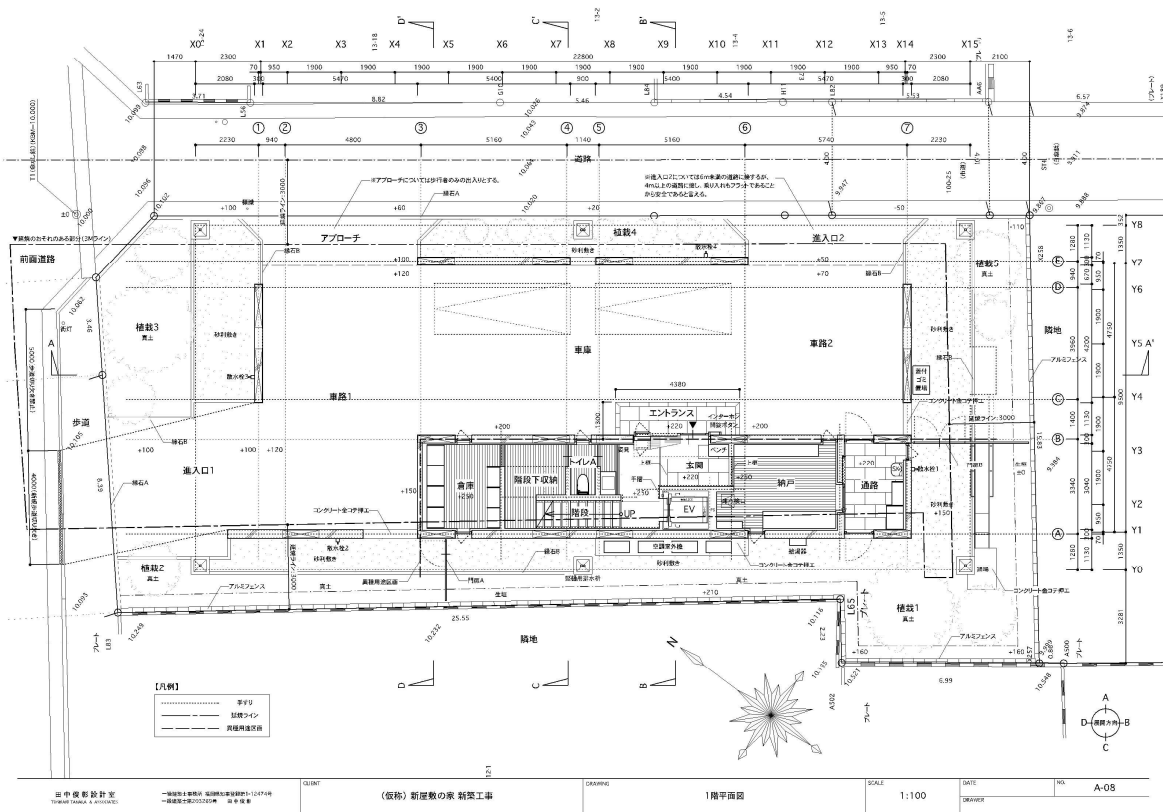


図-2 2階平面図

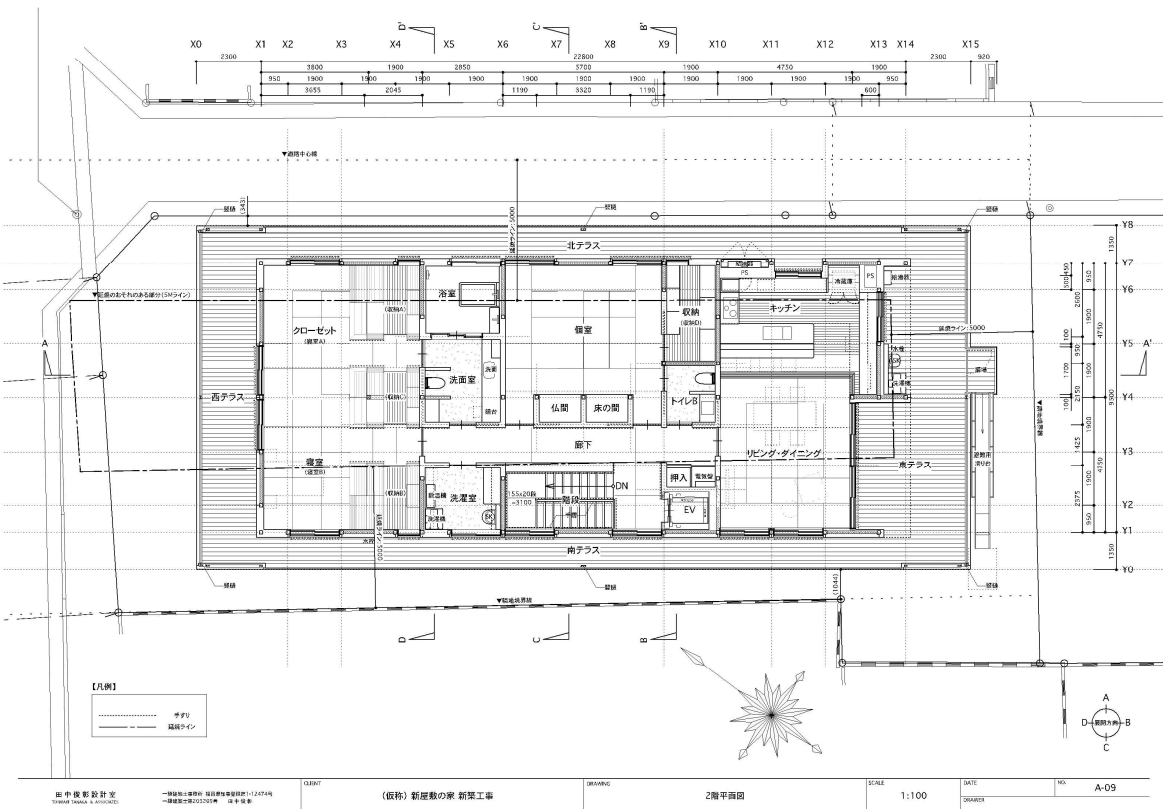


図-3(a) 立面図

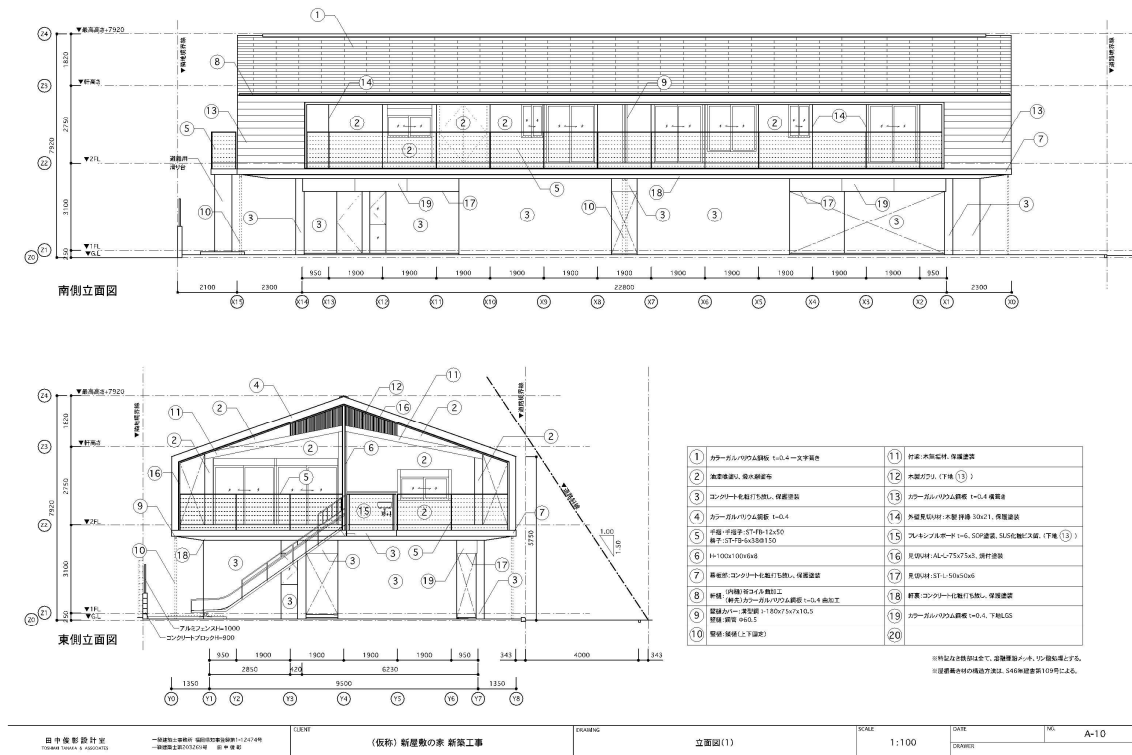


図-3(b) 立面図

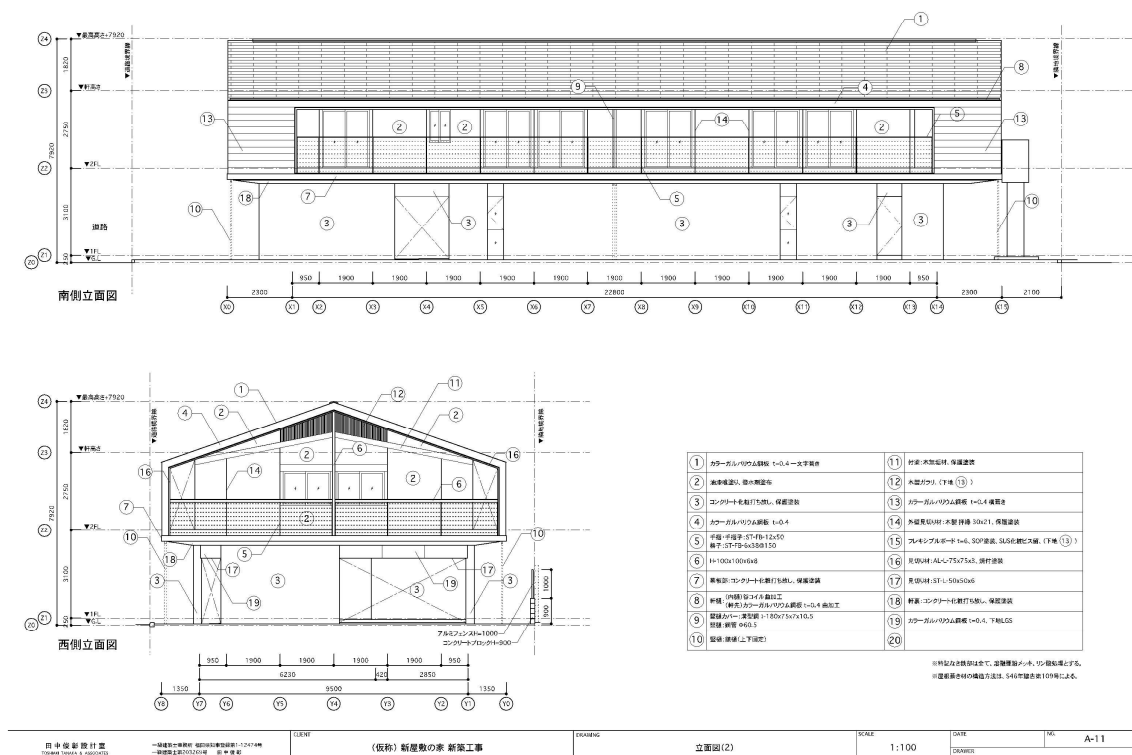


図-4(a) 断面図

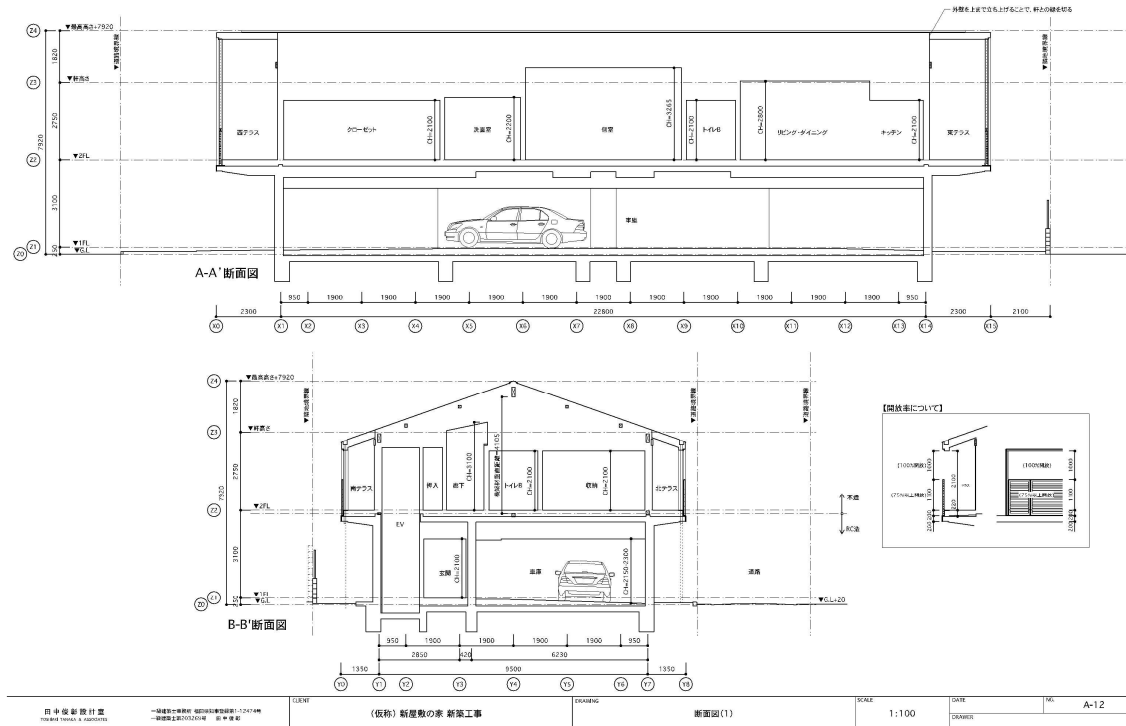
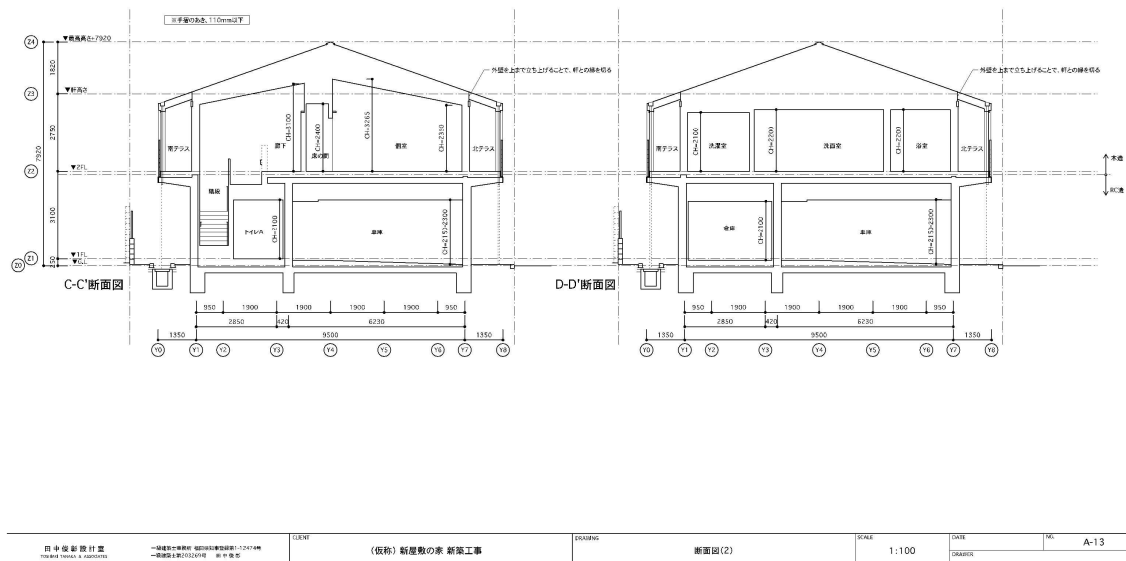


図-4(b) 断面図



3. 施工上の問題点

3.1 地盤置換工法（コロンブス工法）における問題点

3.1.1 コロンブス工法とは

軟弱地盤の上に建てる建物の基礎下の土を取り除き、そこへ EPS(発砲ポリスチレン)ジオフォームを敷き詰めることによって地盤と建物荷重バランスを調整し、建物を不動沈下や振動から守る。近年相次いだ地震で、不動沈下や振動だけでなく、地震や液状化にも高い効果がある事が実証されている。

熊本地震で同一敷地内の二つの建物で基礎形状が浮き基礎(船底型基礎)を採用もう片方は地盤置換工法(コロンブス)採用した時の被害状況の比較資料(1)、コロンブス設計仕様構造図-1 記す。

あじさい保育園 熊本県益城町



地盤置換工法『コロンブス工法』特記仕様書

【詳細・審査証明】④ (注) 日本建築センター 審査証明 第 000-J 審査証明-17

1. 工法概要

本工法は、地表面を掘削し、直ちに軽量性材料に置換る軽量地盤を形成する。軽量地盤材料は、予め固化した地盤置換材料と、鋼筋設計図面によって、本工法の準拠を設計し、物の規格と数量・形状を設計する。

本工法は、軽量地盤材料の製造・供給を「表-1」に準じ、鋼筋設計図面「表-2」に準ずる。

施工は、軽量地盤材料と他工法に比べて要する工費と労力を削減して工事を行う。（※参考資料：地盤置換工法『コロンブス工法』工事説明書）

【表-1】軽量地盤材料の仕様・規格

項目	単位	規格	単位	規格	単位	規格	単位	規格
重量	kg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
長さ	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
幅	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
厚	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

【表-2】鋼筋設計図面

項目	単位	規格	単位	規格	単位	規格	単位	規格
重量	kg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
長さ	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
幅	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
厚	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

2. 軽量地盤設計

【表-3】鋼筋設計図面

項目	単位	規格	単位	規格	単位	規格	単位	規格
重量	kg	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
長さ	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
幅	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
厚	m	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

3. 一般事項

工事施工に先立ち、施工計画書を工事監督者に提出すること。

施工計画書は、施工に先立ち、施工条件・環境条件を十分に考慮して、鋼筋設計図面・品質管理・安全管理・工事管理を行うために、施工計画書を作成するものとする。

施工計画書は「表-3」の事項を具体的に記述する。

【表-3】施工計画書作成事項

項目	内容
設計図書	建築図面、土木図面、設計図書、仕様書
現場調査	現場調査、現場調査、現場調査、現場調査
施工方法	施工方法、施工方法、施工方法、施工方法
安全管理	安全管理、安全管理、安全管理、安全管理
品質管理	品質管理、品質管理、品質管理、品質管理
環境管理	環境管理、環境管理、環境管理、環境管理
その他	その他、その他、その他、その他

4. 施工要領

本工法は、【表-1】に準ずる軽量地盤材料『コロンブス工法』製造工事を食めた施工フローに準拠する。施工上の注意事項を【表-4】に示す。

【表-4】施工上の注意事項

項目	内容
施工前	施工前、施工前、施工前、施工前
施工中	施工中、施工中、施工中、施工中
施工後	施工後、施工後、施工後、施工後
その他	その他、その他、その他、その他

5. 施工管理記録

施工者は、担当職責から「コロンブス工法」に準ずる、管理記録に施工方法の記録を付け、様式 10-2 の施工報告書を作成し、担当職責に提出する。

図-6 設計仕様構造図

3.1.2 コロンブス工法における施工上の問題点

通常の 1 階スラブ下における給排水設備埋設配管工法では、基礎躯体コンクリート打設後に土砂で余掘り部分の埋戻しを行った後、配管ルートを掘削し勾配管理を行いながら配管工事を行う。しかしながら、本工法の採用により、土砂に代わり EPS（発砲ポリスチレン）ジオフォーム（以下ジオホーム）が施設されるため、配管ルートに対する制約の発生、配管勾配管理の困難が問題となった。また、従来の工程に比べジオフォームを設置する分の工程が加わるため、基礎工事期間にその分を見込む必要が生じた。

3.1.3 給排水設備工事床下配管の勾配管理における工夫

- ① ジオフォームの割付けを考慮した設備配管ルートの設定。
- ② 設備配管部分は勾配が確保できるようにジオフォーム（H=650）を H=100 でスライスした製品を発注。
- ③ 勾配管理は施工前と施工完了後スラブ配筋前コンクリート打設前に確認を実施。

3.1.4 工程管理について

本計画において地盤置換工法の場合、埋設配管工法に対し 5 日程余分に工程を見込む必要があった。加えて、地盤置換工法を専門に施工する業者が存在せず、工程管理上の不安があった。

そこで基礎躯体と 1 階床スラブを同時に打設する計画とすることで工期の短縮を図った。結果、当初埋設配管時における基礎工事期間 40 日に対し 36 日で行う計画とすることができた。

コスト面においても基礎型枠工事が外周のみで 1 階床スラブの型枠工事は基礎型枠と兼用できたため、その分抑えることができた。工程表の比較を工程表-1 に記す。

工程表-1

従来工法		コロンブス工法		工期短縮案	
基礎掘削	5日	基礎掘削	5日	基礎掘削	5日
砕石敷込	2日	土留シート敷込	1日	土留シート敷込	1日
捨て枠建込み	1日	砕石敷込	2日	砕石敷込	2日
捨てコンクリート打設	1日	調整砂敷込	2日	調整砂敷込	2日
基礎配筋	7日	ジオフォーム敷込	1日	ジオフォーム敷込	1日
基礎型枠	5日	ライトフィルター取付	2日	ライトフィルター取付	2日
基礎コンクリート打設	1日	捨てコンクリート打設	1日	捨てコンクリート打設	1日
脱型	3日	基礎配筋	7日	基礎配筋	7日
埋戻し	5日	基礎型枠	5日	ジオフォーム埋戻し	5日
設備配管	2日	基礎コンクリート打設	1日	設備配管	2日
1階床スラブ配筋	4日	脱型	3日	1階床スラブ配筋	4日
1階床スラブ コンクリート打設	1日	ジオフォーム埋戻し	5日	1階基礎・床スラブ コンクリート打設	1日
脱型	1日	設備配管	2日	脱型	1日
埋戻し	2日	1階床スラブ配筋	4日	埋戻し	2日
		1階床スラブ コンクリート打設	1日		
		脱型	1日		
		埋戻し	2日		
40日		45日		36日	

3.1.5 施工の流れ

使用材料-1, 施工図-1(基礎下部分), 施工図-2 (スラブ下部分), 工事状況-1, 工事状況に記す.

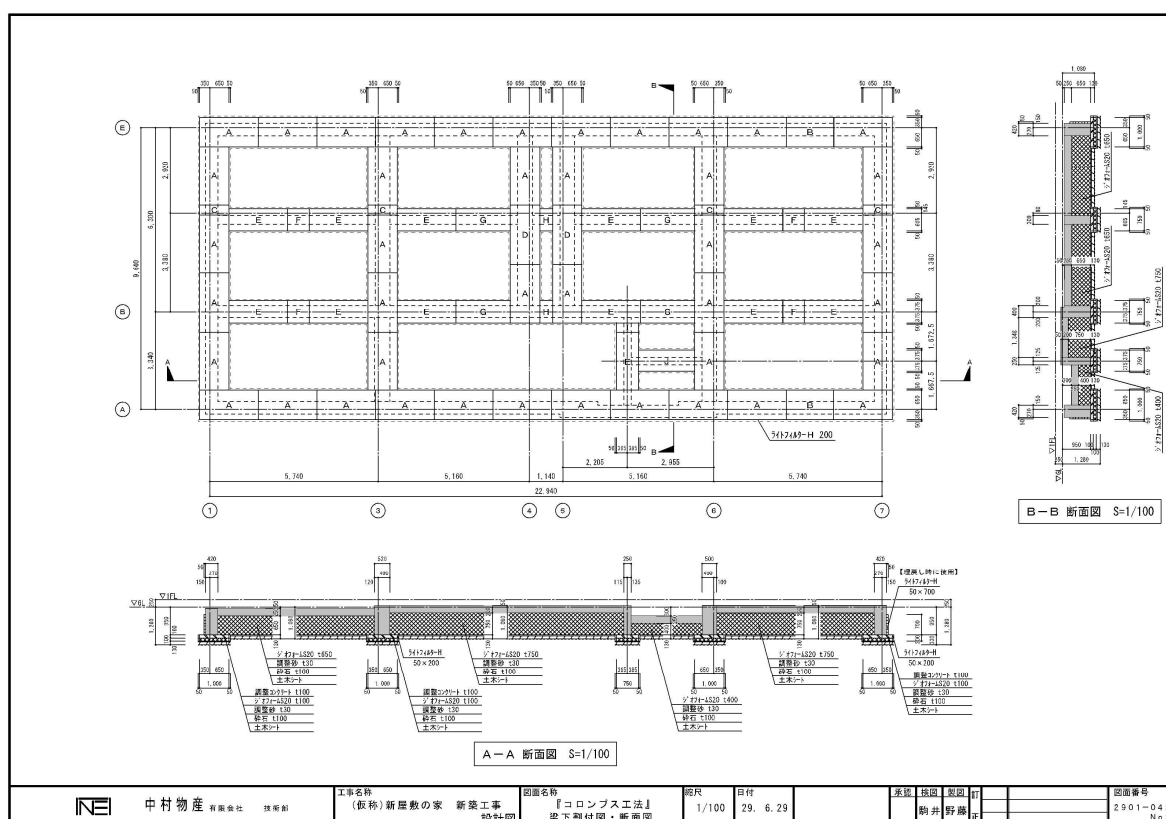
使用材料-1

工事名称：(仮称)新屋敷の家 新築工事 図面番号：2901-042 29年 6月 29日

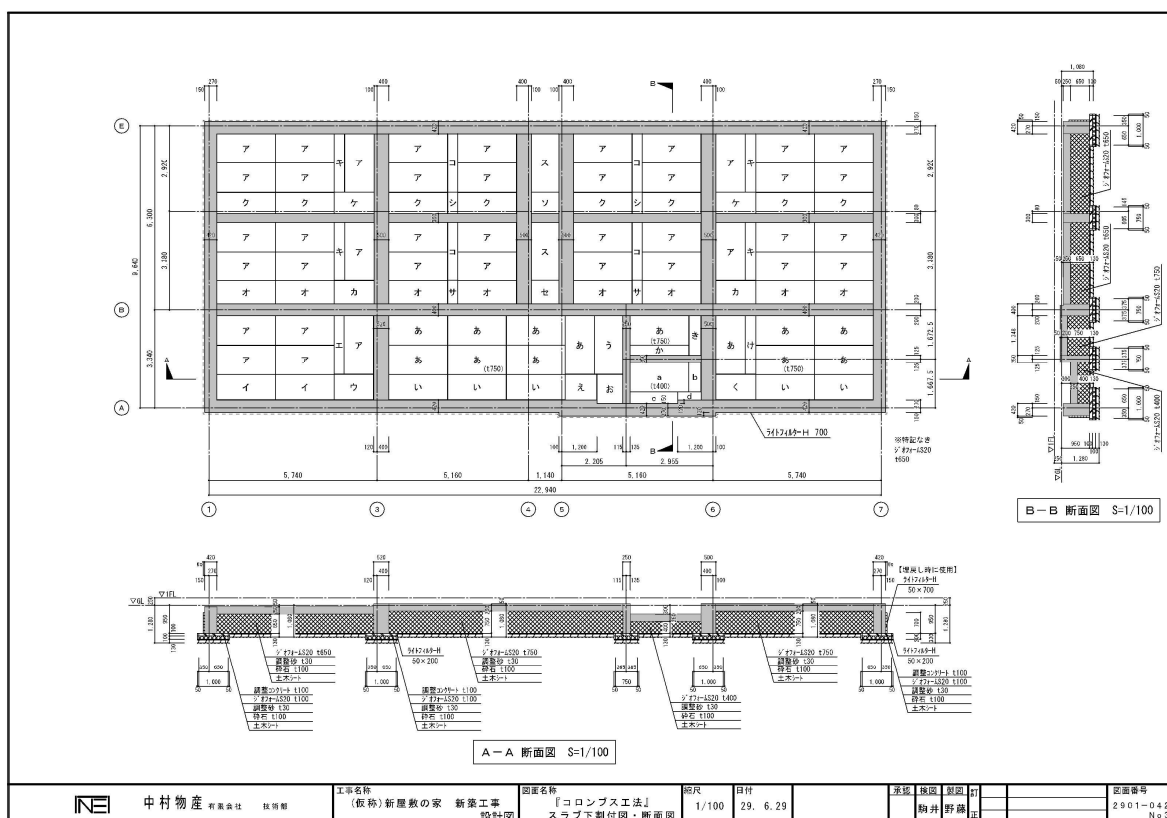
製品寸法			数量
ジオフォームS20			
A	1000 × 2000 × t100	42	2
B	1000 × 1610 × t100	2	
C	1000 × 330 × t100	4	
D	1000 × 2020 × t100	2	
E	750 × 2000 × t100	13	
F	750 × 735 × t100	4	
G	750 × 1855 × t100	4	
H	750 × 440 × t100	2	
I	750 × 310 × t100	1	
J	750 × 1920 × t100	1	
ライトフィルターH〔青粒〕			
200 × 2000 × 50			125

《 スラブ 部材表 》									
製品寸法			数量	製品寸法			数量		
ジオフォームS20				ジオフォームS20					
ア	1000	× 2000	× t650	41	あ	1000	× 2000	× t750	13
イ	855	× 2000	× t650	2	い	855	× 2000	× t750	5
ウ	860	× 1335	× t650	1	う	965	× 2000	× t750	1
エ	330	× 2000	× t650	1	え	860	× 1080	× t750	1
オ	785	× 2000	× t650	8	お	885	× 980	× t750	1
カ	790	× 1355	× t650	2	か	335	× 2000	× t750	1
キ	350	× 2000	× t650	4	き	410	× 1340	× t750	1
ク	715	× 2000	× t650	8	く	860	× 1355	× t750	1
ケ	720	× 1355	× t650	2	け	350	× 2000	× t750	1
コ	345	× 2000	× t650	4					
サ	345	× 790	× t650	2	a	1000	× 2000	× t400	1
シ	345	× 720	× t650	2	b	415	× 1000	× t400	1
ス	935	× 2000	× t650	2	c	385	× 1615	× t400	1
セ	790	× 935	× t650	1	d	265	× 800	× t400	1
ソ	720	× 935	× t650	1					
					ライトフィルターH〔青粒〕				
					700 × 2000 × 50				36

施工図-1 (基礎下部分)



施工図-2 (スラブ下部分)



工事状況-1

①掘削状況



施工の流れ
②土留シート敷込



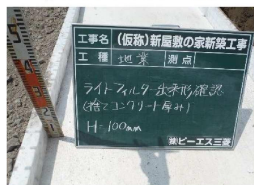
③碎石敷込



④梁下調整砂敷込



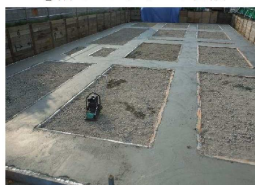
⑤ライトフィルター敷込



⑥ジオフォーム敷込



⑦捨てコンクリート打設



⑧基礎配筋



⑨スラブ下ジオフォーム敷込



工事状況-2

⑩1階スラブ配筋



⑪基礎・1階スラブコンクリート打設



⑫埋戻前ライトフィルター取付



⑬埋戻



3.2 木造建方時の安全対策

3.2.1 仮設計画時の問題点

仮設計画立案時、造作大工である協力業者と打合せを行った結果、建方時は水平ネット及びスタンションなどの安全設備は設けて仕事を行った事はないとの事であった。

熊本市内は地震の影響で解体工事が頻繁に行われ解体が完了した所から新築の施工が行われている。木造家屋の施工状況を確認して廻ったところ、確かに水平ネット及びスタンションなどの安全設備を設けて施工を行っている物件は25物件中1件もなかった。

このことから、木造躯体工事における安全対策、施工業者の安全教育に特別な配慮が必要となった。

3.2.2 木造建方時の安全対策

仮設設備（水平ネット・及びスタンション）を鉄骨建方と同様に設置して作業を行う計画で打合せを関係業者と行った。しかし、仮設設備は建方後すぐ撤去の必要が生じた。各接合部の施工において、部材を上から差し込む際、こうした安全設備が施工上の支障をきたした為である。そこで内部棚足場を設置し盛り替えながら使用する計画に変更。内部足場（工事写真-1に記す）の撤去時期は内部天井ウレタン発砲後天井木下地の吊木が完了した時点での撤去とした。

結果、木造建方も安全に施工が行われ内部での高所作業も内部棚足場を設けた結果無事故で竣工できた。

工事写真-1



3.3 鉄筋コンクリートと木造土台との取合い（レベル管理）

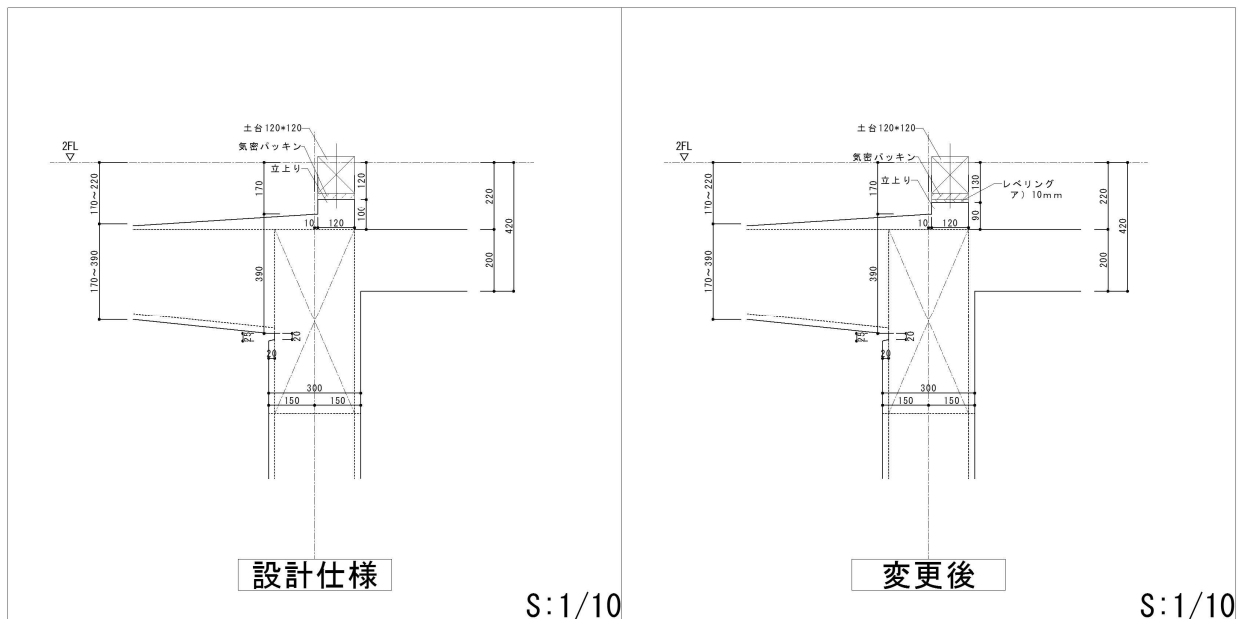
1 階部分鉄筋コンクリート構造と2 階部分木質構造部分の取合いについて、設計仕様における外周立上り壁は2 階床スラブよりH=100. 立上り壁の上に気密パッキンを敷き並べその上に土台（120×120）を1 階鉄筋コンクリート打設時に打ち込んであったアンカーボルトで固定する仕様となっていた。

設計仕様の場合、非常に厳しい天端レベルの精度が必要となる。

天端レベルの精度を確保する上で、1 階鉄筋コンクリート打設後、立上り壁を後施工とする案も考えられたが、漏水に対するリスクを考慮した場合1 階躯体コンクリート打設時に一緒に打設するのが（構造体が一体となるので）品質上望ましい。しかし、立上り壁の位置が外周バルコニーと室内側をまたいでいるため、立上り型枠が両浮かし型枠となり施工精度を保つのは困難と思われた。

そこで調整代を10mm 設けた上で、立上り壁を1 階躯体コンクリートと同時に打ちとし（躯体一体化）、土台セット前にレベリング材を流し立上り壁天端を平滑に仕上げた。（施工図-1、工事写真-2 に記す）

立上天端のレベル管理が出来た事で建方レベル、開口レベル共に施工精度は良好であった。



施工図-1



工事写真-2

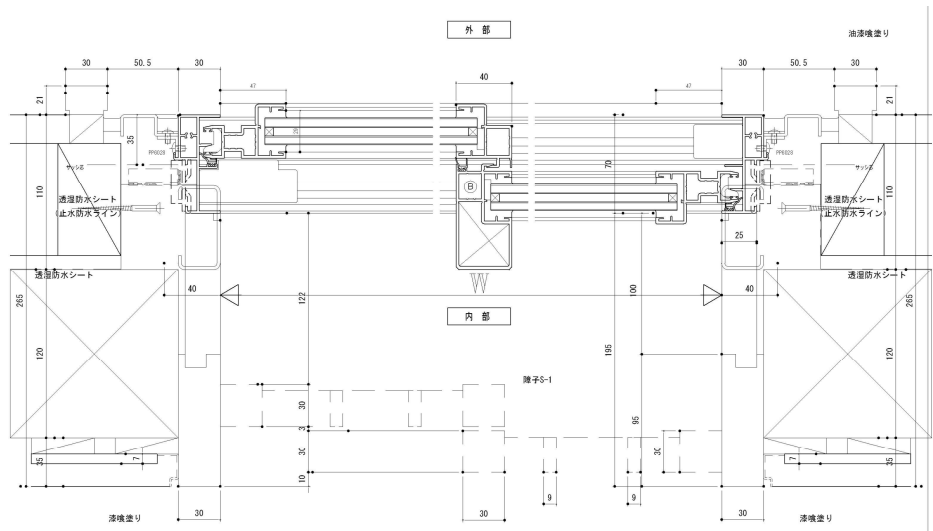
3.4 金属製建具取合い (漏水対策について)

外壁の仕様が木胴縁下地にラスモルタルの上に漆喰仕上となっていたため、金属製建具取合いにはシーリングのみの防水ではシーリング材が経年劣化した場合漏水する恐れがあった。

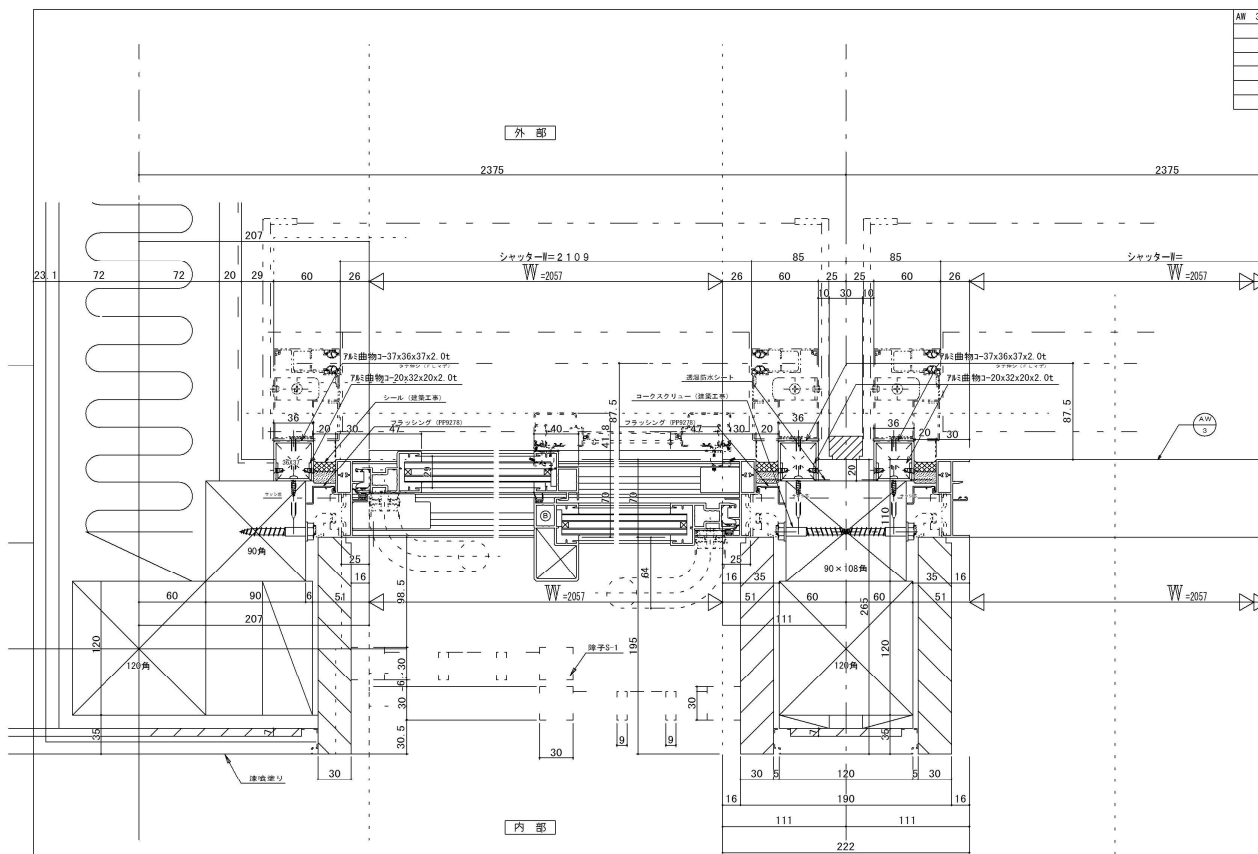
このための漏水対策として、金属製建具にフラッシング金物を取付ける事により、フラッシングと透湿防水シート両面型のブチルテープによる1次止水とシーリングによる2重止水とした。

金属製建具にフラッシング金物を取付けてフラッシングと透湿防水シート両面型のブチルテープにて固定し躯体側の1次止水とした。透湿防水シートとは木造で用いられる防水性をもったシートで安価で木造では使用頻度が高く水は通さないが湿気(水蒸気)は通す。ブチルテープはシート防水などの端末によく使われるテープで木造では電気・設備等の貫通部分に透湿防水シートと合わせて防水のために使用される。

施工図-2 (フラッシング使用前) 施工図-3 (フラッシング使用后) を記す。



施工図-2 (フラッシング使用前)



施工図-3 (フラッシング使用后)

4. まとめ

設備配管の勾配確保における EPS(発砲ポリスチレン)の勾配カットには大変な時間と施工手間を要した。類似案件、自社設計案件にてコロンブス工法採用の際には、EPS(発砲ポリスチレン)ジオフォーム層内の配管を避けた配管ルートを検討した方がよい(※本計画では勾配の関係で施工段階の変更は不可であった)。

木造建方も安全に施工が行われ内部での高所作業も内部棚足場を設けた結果、無事故で竣工することができた。工程については実働 12 日の工期短縮となり後工程に余裕が出る結果となり、コスト面では型枠工事、コンクリート打設手間工事等で約 50 万のコスト減とすることができた。