

# 6 m の跳出し空間をもつ病院施設の設計・施工

## — プレグラウト工法を用いた PC 梁 —

高山 直行\*1・畝 博志\*2・平山 貴之\*3・清水 齊\*4

2007年に竣工した病院の別棟増築において、1階の前面道路側には駐車スペースを計画している。ここでは、病院のエントランスとして機能的で開放的な空間が求められていたことから、駐車スペースには柱を配置せず6mの跳出し空間としている。跳出し空間の実現には、跳出し部の冗長性などへの配慮からプレグラウト工法を用いたPC梁を採用している。

キーワード：プレグラウト工法，跳出し梁

### 1. はじめに

慈生会前原病院は昭和44年に医院として開院以来、平成元年では31床の病院に、そして平成20年に現敷地に1期工事として45床の医療療養病棟建設とつねに地域に密着した医療活動を実践されている病院である。入所されるのは高齢の患者さんがほとんどで、癌の末期患者とも向き合っておられる日々の医療活動のなかで、45床病院建設当時から2期増床としてホスピス・緩和ケア病棟の開設を想定されていた。このたび開設に必要な機能評価取得、増床許可取得といった条件がそろい2期工事の着手に至った。本工事では、プレグラウト工法を用いたPC梁を採用することで、在来RCとほぼ同等の工期で6mの跳出し空間(写真-1)を構築し、機能的で使いやすい病院のエントランス空間を実現した。本稿では、全体の構造計画について述べたのち、PC工法を用いた設計内容および施工方法について詳細に報告する。

### 2. 建築計画概要

増築部2階には既存3階の療養病棟の代替となる療養病室(5室19床)を設けることで療養病棟をまとめ(図-2)、緩和ケア病棟は既存3階を改修整備し、増築部の屋上を緩和ケア病棟とつながる屋上庭園としている。増築部1階はリハビリテーション室や女子ロッカー室などを設けている(図-1)。要求される建物ボリュームが1階と

2階で差があることに加え、今回計画する増築部はもともと既存病棟の駐車場として利用していた敷地に対しての増築となることから、病室数を確保するとともに、道路に面して可能なだけ駐車スペースを確保し、病院の利便性にも配慮する必要があったため大きく跳ね出した建物形状を採用した(図-3)。

建築名称：医療法人慈生会前原病院増築工事

建築地：広島県福山市手城町1丁目3-41

建築主：医療法人慈生会 前原病院

設計者：株式会社 竹中工務店

施工者：株式会社 竹中工務店

PC施工者：ピーエス三菱

工期：2011年11月～2012年5月(5.3ヵ月)

建築面積：376.3 m<sup>2</sup>

延床面積：695.9 m<sup>2</sup>

構造種別：鉄筋コンクリート造(一部PC造、鉄骨造)

規模：地上2階

### 3. 構造計画概要

#### 3.1 構造計画方針

本建物は、2007年に竣工した建屋の別棟増築であり、用途も同様の病院であるため、構造形式は既存棟と同じRC造を基本として計画することとなった。架構形式はラーメン構造を基本とし、長手の桁行方向は扁平柱で計画し、病室の有効面積を確保するとともに、柱の剛性・耐力



\*1 Naoyuki TAKAYAMA

(株)竹中工務店 設計部  
構造部門



\*2 Hiroshi UNE

(株)竹中工務店 設計部  
構造部門



\*3 Takayuki HIRAYAMA

(株)竹中工務店 設計部  
構造部門



\*4 Hitoshi SHIMIZU

広島工業大学 工学部  
建築工学科 教授

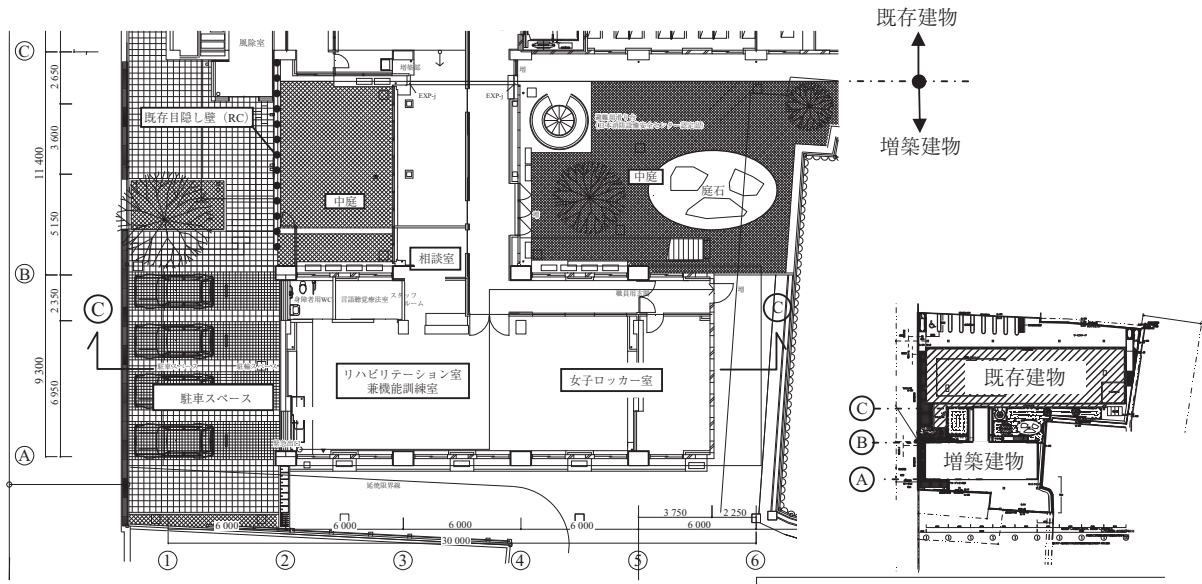


図 - 1 既存建物と増築部の関係 (1階平面図)

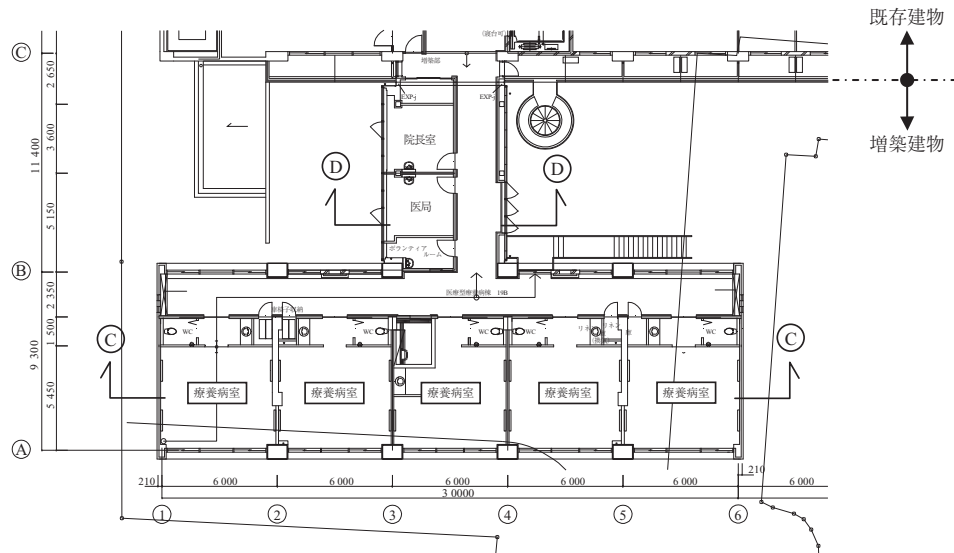


図 - 2 療養病棟の平面図 (2階平面図)

駐車スペースを無柱空間として計画

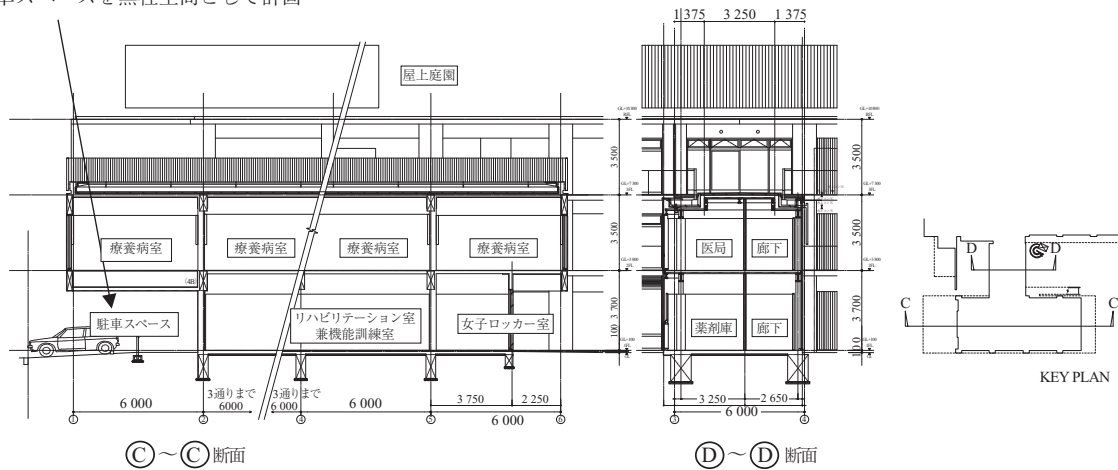


図 - 3 断面構成



写真 - 1 外観写真

を増す計画とした。また梁間方向では扁平柱の直交方向の剛性と耐力を確保するために耐震壁を合せて計画し、耐震壁付ラーメン構造とした。基礎形式は表層の地盤が軟弱なシルト層であったため、GL-18.25 ~ -18.5 m の砂礫層を支持層とする杭基礎（既存杭）を採用した。

### 3.2 構造計画における課題

#### (1) 増築部と既存建屋の間をいかに計画するか

増築部は、 $L = 30\text{ m} \times 9.5\text{ m}$  の整形な形状の増築した病院機能部と、建物北側の既存建屋と接続するための通路部から成っている。そこで、まずは通路部と病院機能部を構造的に別棟とするかの検証を行った。別棟とした場合においては通路部においても耐震要素が必要となり、病院機能部と同じように RC 造の柱を計画した場合、必要な通路幅を確保できないことから、通路部を病院機能部と一体で計画することとした。また通路部は、長期の荷重を主として負担する S 造の架構とし、通路部の地震時の水平力は病院機能部で負担する計画とした。以上の整理を行うことにより、病院機能部の構造計画を対称形で進めることができ、後述の PC 計画を円滑にすすめることができた。

#### (2) 前面道路に対していかに計画するか

前面道路に面して、もともと駐車場として利用していた

敷地に対して増築を行っていることから、増築部の道路側には、できるだけ多くの駐車場を計画することが望まれていた。ここで、要求諸室のレイアウトにおいて、リハビリテーション室とその関連諸室は、既存病院との関係から、仮設時と同じ1階にまとめて計画を行った。その結果、病室は2階に計画されることとなったため、1階と2階の必要諸室のボリュームの差から生じる1階のピロティー部を駐車場として計画することで全体のボリュームをコンパクトにまとめることとした。

#### (3) ピロティー部をいかに計画するか

この時、解決すべき課題が3つ残った。1つめはピロティーとなっている部分の2階の床を支えるために柱を計画した場合、駐車台数が1台分減ってしまうということ。また、2つめは柱があることで、病院のエントランス空間が狭く閉ざされた空間になってしまうこと、3つめは柱を計画するためには、基礎も設ける必要があり、柱ごとに  $L = 17.0\text{ m}$  の杭が必要となることであった。

上記課題を解決するため柱を無くす検討を進めた。RC 造において6 m の跳出しを成立させるには、ポストテンションでプレストレス力を導入することで跳出し架構を成立させることが考えられるが、前面道路が狭く PCa 部材を揚重する重機を据えることができないことから、現場打ちプレストレストコンクリート造として計画をすることとした。まず本片持ち梁は6 m の跳出しとなっていることから、長期応力に対してはフルプレストレスングとし、長期応力に対してひび割れ変形が生じないように配慮を行うこととした。また地震時においては、上下方向に跳出し部が振られることを想定し、鉛直震度を考慮して、1.0 Z (G) 鉛直荷重時応力の2倍に対して、圧縮側は短期許容圧縮応力度以下 ( $2/3 F_c$ )、引張側は0.2 mm 程度のひび割れを許容する設計を行うこととした。また、架構を図 - 5 に示すように左右対称の天秤架構とすることによって、立面的なバランスを良くするとともに、跳出し先端部に柱・杭が不要となることより、PC 梁採用によるコスト増との相殺を図った。

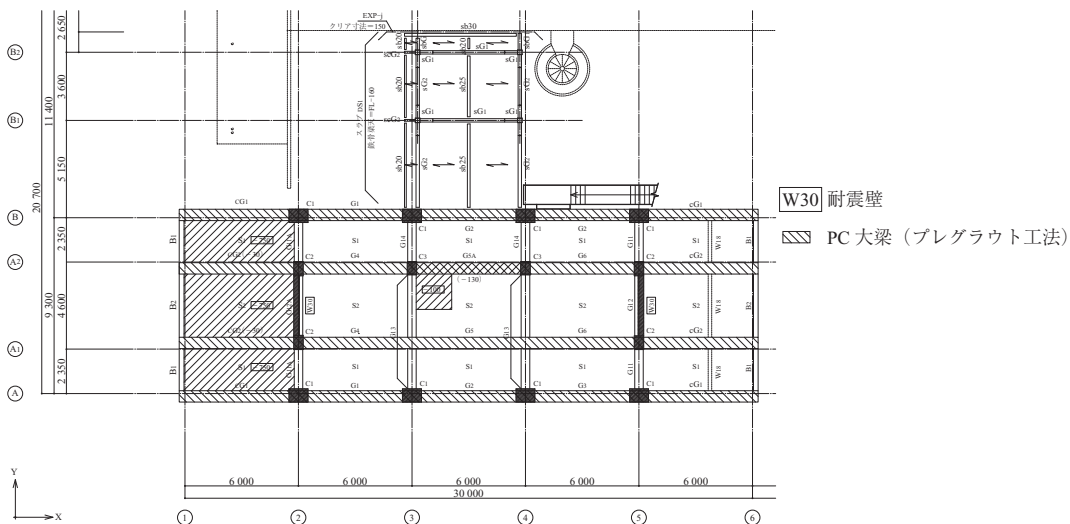


図 - 4 2階床伏図

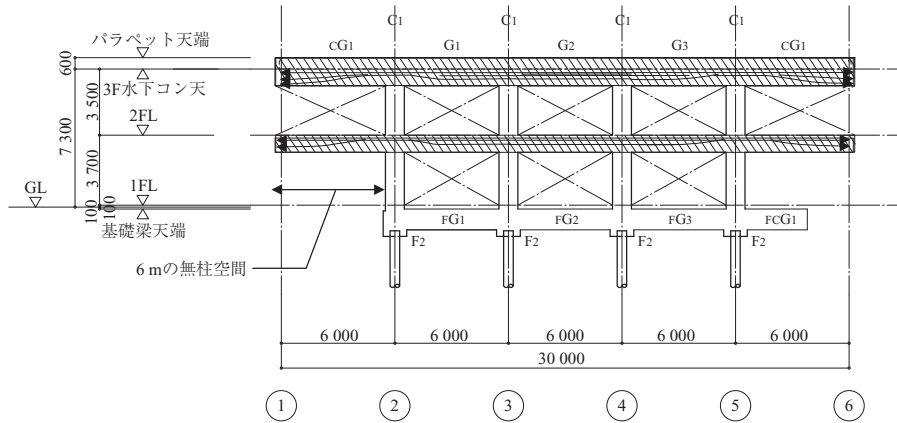


図 - 5 A 通り軸組図

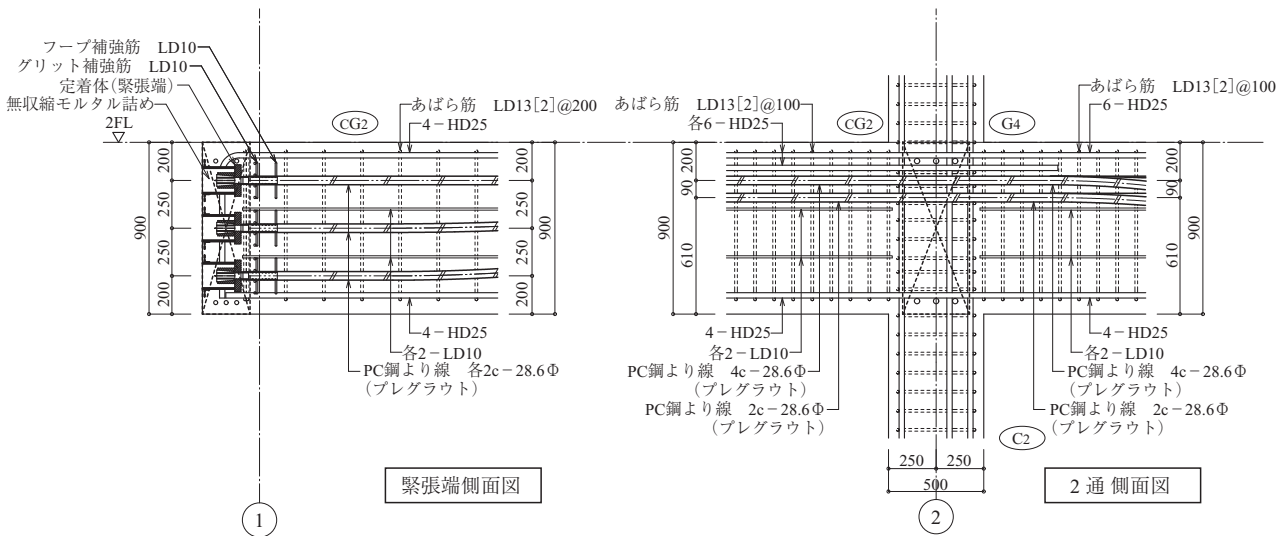


図 - 6 PC 梁の納まり (鉄筋詳細図)

(4) 経済性に配慮しいかにプレストレス力を有効に導入するか

PC 梁を計画するにあたって通常のマルチストランド方式とモノストランド方式においてストランドの費用と施工手間、工期の比較を行いコストの検証を行った。モノストランド (アンボンド・プレグラウト) とできればグラウトの注入作業を省略できるため、ストランド自体のコストが多少上がっても、工期的に大きな利点がある。

しかし一方でモノストランド方式を採用した場合においては、1本の導入張力においてマルチストランド方式に比べ調整の幅が小さくなってしまおうという難点もあった。ここで、平成19年の告示の改正により、モノストランドの径が最大で28.6φまで使用できることになっていたことから、この最大径を使用し必要な張力を確保する検討を行った。

また合わせてPC鋼材による跳出し部のつり上げ効果をより有効にするために、図-6、7に示すように、梁先端の定着部において、2本ずつの3段で均等に配置をしていた鋼線の配置を、跳出し端部では4本2本の2段とすることで、PC鋼材の重心位置から部材重心までの距離を跳出し

名称	2CG2	
スパン	6 000	
巾×成	600×900	
位置	先端 (1 通端)	元端 (2 通端)
断面 (1 : 30)		
主筋	HD25	
あばら筋	LD13[2]@200	
腹筋	4-LD10	
PC鋼より線	6c-28.6φ (SWPR19L)	
引張荷重Pu (kN/ケーブル)	949	
降伏荷重Py (kN/ケーブル)	807	
作業緊張力0.85 Py (kN/ケーブル)	659	
プレストレス導入時強度 (N/mm <sup>2</sup> )	27	
	※ 定着具と緊張機の摩擦係数2%の補正 (646.0±0.98)	

図 - 7 代表断面 (2CG2)



部端部で大きく評価できる配線の納まりとする工夫を行い、梁端部上端の引張力の生じる箇所に有効にプレストレス力を導入できる計画とした。さらに、天秤架構の特性を活かし、跳出し部の両端部から両引きの施工法を採用することで摩擦によって緊張力の損失する長さを短く抑える計画とした。以上、これらの検討を行った結果、本計画では、モノストランドでも必要性能を十分に確保できることが確認できた。そこで、PC工事費用と工事全体工程を考慮しモノストランドで計画をすることに決定した。

(5) 跳出し部のフェールセーフをいかに計画するか

モノストランドを採用するにあたって、本建物におけるPC梁には、当初導入軸力の摩擦損失が少なく、より安価なアンボンド工法の採用を検討していたが、2009年版プレストレストコンクリート造技術基準解説および設計・計算例に示されている冗長性（フェールセーフ）をいかに確保するかという課題が生じた。そこで、工程へ影響を与えることなく緊張材に付着力を付加できる工法として、付着に有効な緊張材とグラウト材として未硬化の湿気硬化型樹脂を塗布し、ポリエチレンシースを連続成形被覆されたプレグラウト工法（図-8）を採用することとした。本工法を採用することで、グラウトの完全な充填・品質の安定性を確保するとともに、現場でのシースの配置・グラウト注入などの工事をなくすことによる施工・管理の省力化を図った。

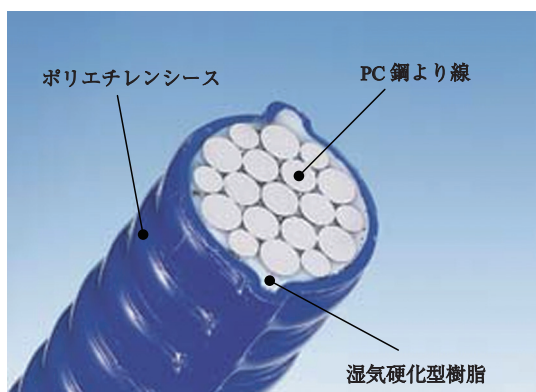


図-8 プレグラウトPC鋼より線

4. 施工概要

4.1 PC梁の緊張工事

PC梁の緊張工事は、以下の点に注意を行い、施工を行った。

- PC鋼線を取り付けてコンクリートを打設するまでの期間、テンションをかける時期、サポートを撤去する時期を管理する。
- 2階スラブに取りつく梁が逆梁で、コンクリート打ち放しのため、コンクリートの吹き出し止めと、コールドジョイント防止に留意する（スラブ下筋と上筋の間にラスを入れ、吹き出しを押え、梁を打ち上げる）。
- 緊張機（ジャッキ）をセットするための足場の割り付けを事前に調整する（足場の建地がPC鋼線の位置に

くるとジャッキがセットできないため）。

- 鉄筋の位置、型枠のセパレーターの位置を、PC鋼線のルートから外す検討を事前に調整する。
- 型枠、鉄筋、PC工事の工程管理を行う。
- 跳出し部分のサポート下の地盤面には鉄板を敷き、サポートの沈下を防止する。

図-9にPC工事実施工程表を示す。

1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目	7日目	8日目	9日目	10日目	20日目	21日目	
			梁配筋6日	PC配線4日	スラブ配筋4日				CON打設	養生9~11日	PC緊張	端部処理

図-9 PC工事実施工程表

本工事では、プレグラウト工法を採用しており、シース管の配置作業が不要であったこと、またRC工事とPC工事の工程管理の調整が事前に行っていたことから、在来RCとほぼ同等の工期で施工を行うことができた。写真-2にPC鋼線の配線状況、写真-3にPC梁端部納まり、写真-4にPC梁（28.6φ）緊張時の状況を示す。



写真-2 PC鋼線の配線状況



写真-3 PC梁端部納まり





写真 - 4 PC 梁 (28.6 φ) 緊張時の状況

跳出し部は、本工事において建物外観上もっとも配慮すべき点であったため、期中において、跳出し部先端のレベルについては重点管理を行った。梁先端のレベルが水平よりも下がることを避けるため、PCの計画時に梁先端では最大で0.0～0.6mmのむくりを計画していたが、サポート撤去前と撤去後のレベル測定において、計測した跳出し梁先端の沈下量は0.0mmという結果となっており、計画どおり跳出し部先端がまったく変形しないという結果を確認することができた。その結果、写真 - 6 に示すように、フラットなコンクリートのボリュームが実現でき病院のエントランスとして機能的で使いやすい無柱の空間を実現することができた。

## 5. おわりに

本病院は、2012年4月末に竣工引渡しを行い、その後医療機器の搬入等の開院準備を終え、6月に無事開院を迎えることができた。建築主をはじめ、本病院の建設に協力



写真 - 5 6mの跳出し架構（無柱空間）



写真 - 6 1階駐車スペース

いただいた設計者および工事関係者等多数の方々に、心より感謝の意を表します。



写真 - 7 前面道路からの既存建物（左）と増築建物（右）

【2014年5月16日受付】