

「新熊谷式柱RC梁S構法」による物流倉庫の施工報告 — レッドウッド市川原木作業所における取り組み —

上野 政美 * 今渕 寿之 * 増子 寛 ** 青木 浩幸 *** 田中 輝雄 **** 荒俣 稔 *****

本建物は高層化された大規模な物流施設に対応可能な『新熊谷式柱RC梁S工法』(Super-High-Brid 60)の認定を取得し、採用した最初の設計施工物件である。低コストでの設計・施工を要求され、かつ建設地が産業廃棄物処理場の跡地のため、場内からの土・水が流出しないよう配慮し、短工期での完成を求められた。本報では計画段階から施工までの取組を報告する。

キーワード：新熊谷式柱RC梁S構法，物流倉庫，仕口鉄骨，ふさぎ板

1. はじめに

当建物は東関東自動車道と東京外環自動車道路の市川JCT(平成27年完成予定)に隣接し、首都高速道路湾岸線の湾岸市川ICのほど近くに計画された物流倉庫であり、成田空港、羽田空港の輸出入貨物を含む物流センターとして活用される予定である。トラックバースは1階のみで、垂直方向の搬送は荷物用エレベーター、垂直搬送機(人を介さず荷物を自動搬送する装置)で計画されている。

本工事は、低コスト・短工期での完成を求められ、計画当初より、大規模物流施設に対応した『新熊谷式柱RC梁S構法』(Super-High-Brid 60)を採用した物件である。

この構法は構造材料を適材適所に使用した構造形式で、柱をRC造、梁をS造としている。この『新熊谷式柱RC梁S構法』においての計画から施工までの取組を報告する。



Fig.1 完成予想パース

2. 建物概要

2.1 工事概要

建物概要を以下に、また完成予想パースをFig.1に示す。

工事名称：(仮称)レッドウッド市川原木物流倉庫新築工事

工事場所：千葉県市川市原木 3041-5

事業主：RW3 特定目的会社

設計監理：株式会社熊谷組一級建築士事務所

施工：株式会社熊谷組首都圏支店

工期：平成24年11月24日～平成25年9月23日
(10ヶ月)

建物用途：倉庫・事務所

敷地面積：16,400.34 m²

建築面積：8,967.87 m²

延床面積：32,793.60 m²

構造規模：柱RC梁S造 4階建て (4階柱はS造)

基礎地業：既製杭 800φ～1000φ 約30m 102本

建物高さ：軒高さ GL+27.7m 最高高さ GL+28.09m
基礎深さ：GL-2.88～4.35m
外壁：ALCパネル (t=100) 横貼り
屋根：アルミ亜鉛合金メッキ鋼板はげ式ダブル折板

倉庫としての主なスペック

積載荷重 15 KN/m²

梁下の有効寸法 5.5 m

主要工事数量

掘削土量 5,504 m³

鉄筋 991 t

ラス型枠 14,750 m²

コンクリート 11,780 m³

鉄骨 2,942 t

PCa 1,491 m³ (306ピース)

* 首都圏支店 レッドウッド市川原木作業所
** 設計本部 構造設計部 構造第1グループ
*** 関西支店 設計部 構造設計グループ
**** 建築事業本部 購買部
***** 首都圏支店 建築部 技術グループ

2. 2 構造計画

当建物の3階平面図を Fig.2 にA通りの軸組み図を Fig.3 に示す。X方向16スパン(スパン 10.25m), Y方向5スパン(スパン 9.6m)で構成されたており, 3階までが新熊谷式柱RC梁S構法, 4階はS造とし, レイアウトに準じ, 逆V字型, X型のブレースが配置された建物である。階高は梁下の有効寸法が5.5m確保できるように, 1階~3階が6.45m, 4階が5.95mとなっている。

2. 2. 1 新熊谷式柱RC梁S構法

柱にRC造, 梁にS造で構成される混合構造は, 圧縮に強いRC造部材を柱に用い, 曲げやせん断に対して優れ, かつ軽量であるS造部材を組み合わせた構造形式である。

中柱梁接合部の詳細を Fig.4 に示す。柱梁接合部内のせん断補強筋の代わりにふさが板を使用して応力の伝達を図っている。

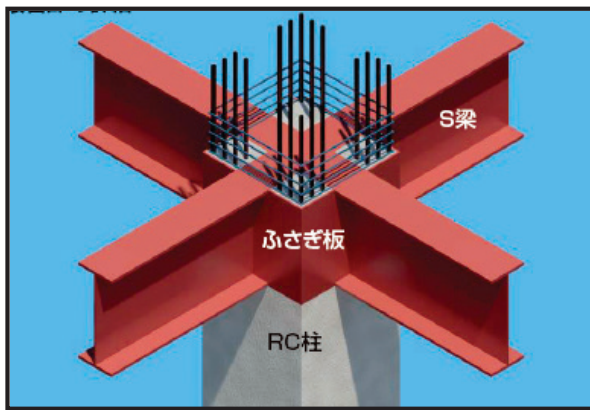


Fig.4 柱梁接合部詳細

外周の柱は外壁ALCが柱面と同一となる納まりとし, デッキスラブ端部の持ち出し部の鉄骨副主材, 外壁ALC低減を図っているため, Fig.5, Photo.1に示すようにふさが板とフープ筋の併用としている。フープ筋は梁ウェブに工場溶接として施工した。

柱コンクリートの設計基準強度(FC)は48N/mm², フープはD13(SD295A), ふさが板は厚さ12mm(SM490B)となっている。

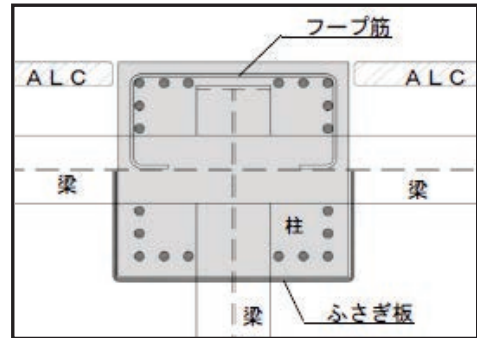


Fig.5 外周柱詳細



Photo.1 外周柱

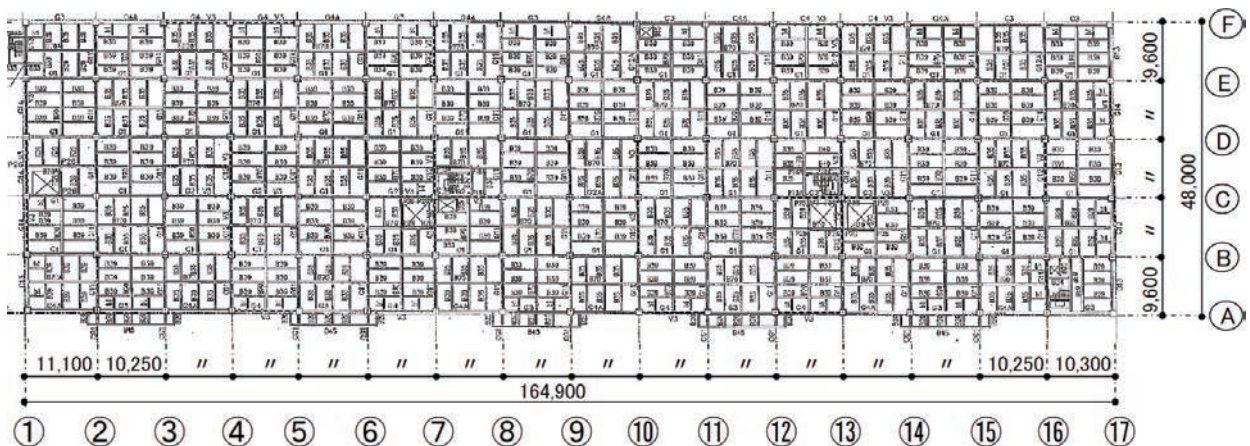


Fig.2 3階平面図

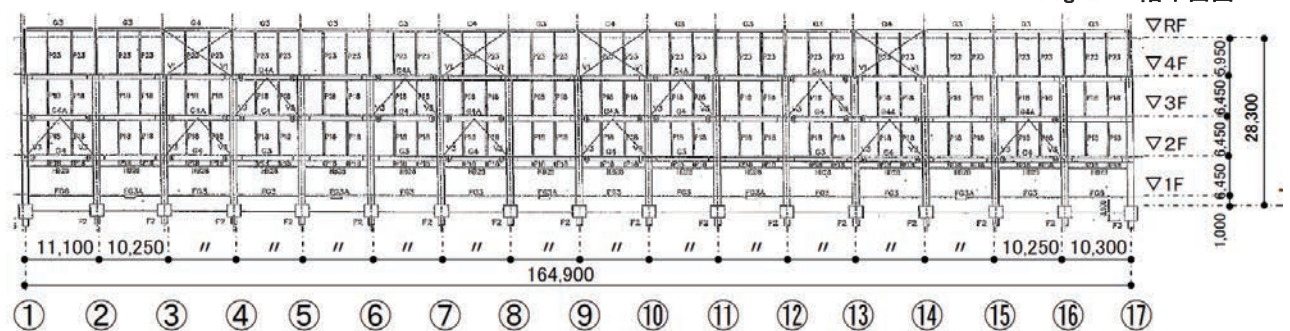


Fig.3 A通り軸組図

2. 2. 2 ふさぎ板の加工

ふさぎ板のコーナー部は当初溶接加工として計画されていたが、コスト低減のため、冷間曲げ加工が可能か、シャルピー衝撃試験により確認した。

試験では、曲げ加工半径を板厚の1.5倍、2倍、2.5倍とし、曲げ加工方向を圧延方向に対し、平行、直角方向を実施し、比較のため、平部でも実施した。

その試験体一覧及び試験結果を Table 1 に示す。

試験結果より平部との低下率の良好なA社の製品で、曲げ加工半径は2倍、圧延方向に対して平行方向の曲げ加工に決定した。加工寸法は柱寸法 940×940mm に対し、内寸法で 970×970mm とした。

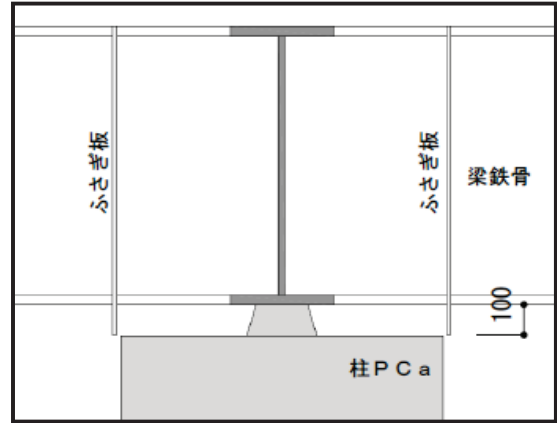


Fig. 6 仕口部詳細図

Table 1 シャルピー試験 試験体一覧・試験結果

| 試験体No | メーカー名 | 曲げ比 r(R/t) | 採取方向 | 試験体数 | 試験結果 平均値 | 判定基準 | 合否 |
|-------|-------|---------------|----------|------|-------------|----------------|----|
| 15A-C | A社 | 1.5 | R部圧延直角方向 | 3 | 99.9 | 27J以上 (0°C) | 合 |
| 15A-L | A社 | 1.5 | R部圧延方向 | 3 | 170.7 | | 合 |
| 20A-C | A社 | 2.0 | R部圧延直角方向 | 3 | 117.8 | | 合 |
| | | | 平部圧延直角方向 | 3 | 151.2 | | 合 |
| 20A-L | A社 | 2.0 | R部圧延方向 | 3 | 178.6 | | 合 |
| | | | 平部圧延方向 | 3 | 208.2 | | 合 |
| 25A-C | A社 | 2.5 | R部圧延直角方向 | 3 | 135.0 | | 合 |
| 25A-L | A社 | 2.5 | R部圧延方向 | 3 | 173.4 | | 合 |
| 20B-C | B社 | 2.0 | R部圧延直角方向 | 3 | 32.2 | | 合 |
| | | | 平部圧延直角方向 | 3 | 97.4 | | 合 |
| 20B-L | B社 | 2.0 | R部圧延方向 | 3 | 115.8 | | 合 |
| | | | 平部圧延方向 | 3 | 223.4 | | 合 |
| 20C-C | C社 | 2.0 | R部圧延直角方向 | 3 | 14.5 | | 否 |
| | | | 平部圧延直角方向 | 3 | 61.1 | | 合 |
| 20C-L | C社 | 2.0 | R部圧延方向 | 3 | 27.6 | | 合 |
| | | | 平部圧延方向 | 3 | 89.6 | | 合 |

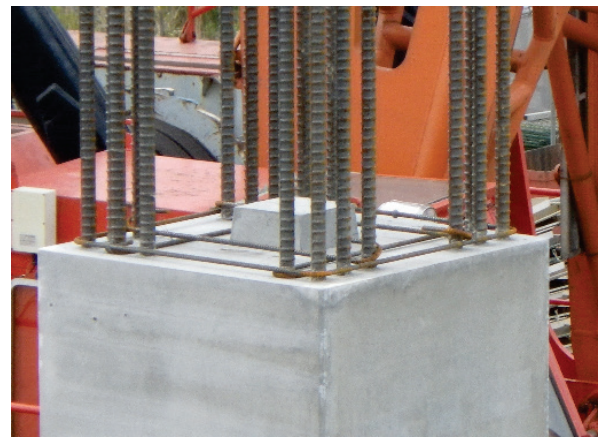


Photo. 2 柱PCa仕口部

2. 2. 3 柱PCaと仕口鉄骨

新熊谷式柱RC梁S構法において、仕口鉄骨の下フランジ下部への現場打設するコンクリートの充填性が重要になる。そのため、柱PCaはFig.6に示すように、鉄骨下端から100mmまでとして計画し、仕口鉄骨のレベルモルタルは柱PCaと一体化して製作した。(Photo.2参照) また、ふさぎ板を柱PCaまで延ばして、型枠兼用として計画した。

3. 施工

3. 1 仮設計画と全体工程

総合仮設計画図をFig.7に示す。敷地は3方道路に面しているが、道路との高低差があり、ゲートは南北の2箇所

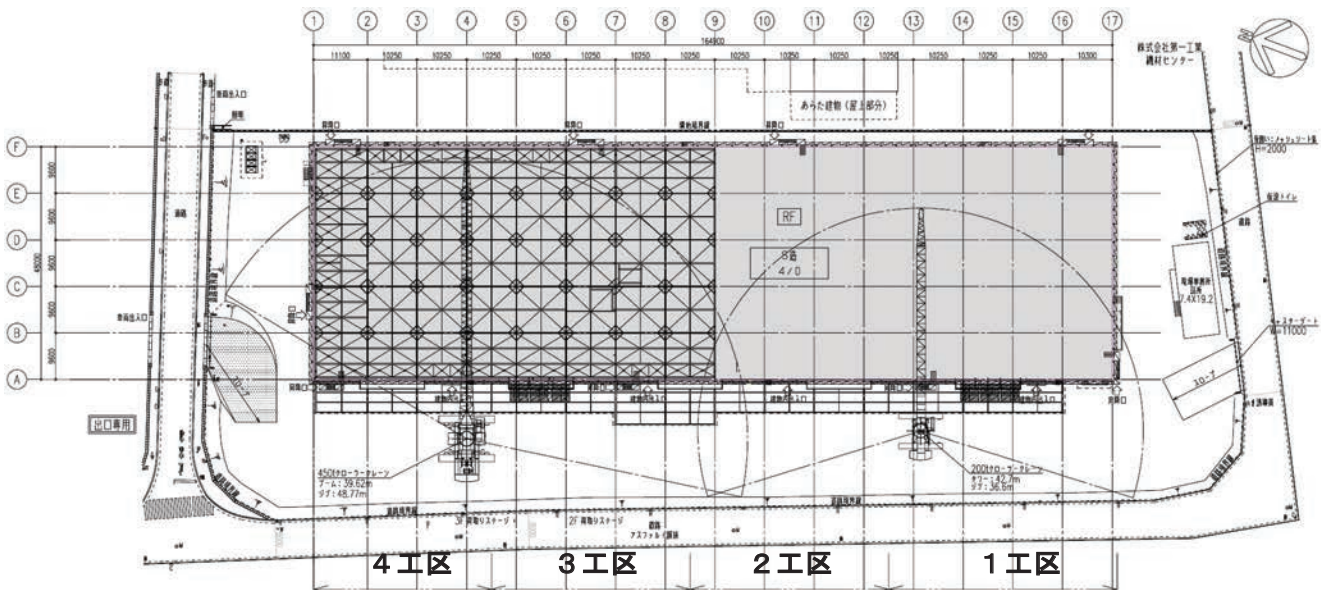


Fig. 7 総合仮設計画図

Table 2 全体工程表

| 業務区分 | 年・月 | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|-------|-------------|------------------------------|-----------------------|-------------|------|-------------------------|----------|-----|--------|------|----|--|
| | 平成24年 | | | 平成25年 | | | | | | | | | |
| | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | |
| 仮設工事 | | | | | 外部定場組立 | | | | | 外部定場解体 | | | |
| 地盤改良工事 | 地盤改良 | | | | | | | | | | | | |
| 杭工事 | | 既製杭打設(102本) | | | | | | | | | | | |
| 土工事 | | | 掘削(1工区→4工区) | | 埋戻(1工区→3工区) | | 埋戻(4工区) | | | | | | |
| (1工区) | | | 地下躯体 | 1F床1F建方 | 2F床 | 2F建方 | 3F床 | 3F建方 | 4F床 | 4F建方 | | | |
| (2工区) | | | 地下躯体 | 1F床1F建方 | 2F床 | 2F建方 | 3F床 | 3F建方 | 4F床 | 4F建方 | | | |
| (3工区) | | | 地下躯体 | 1F床1F建方 | 2F床 | 2F建方 | 3F床 | 3F建方 | 4F床 | 4F建方 | | | |
| (4工区) | | | 地下躯体 | 1F床1F建方 | 2F床 | 2F建方 | 3F床 | 3F建方 | 4F床 | 4F建方 | | | |
| 外部仕上工事 | | | | | | | 外壁仕上+屋根+ソーラーパネル設置 | | | | | | |
| 内部仕上工事 | | | | | | | 区画間仕切+耐火被覆+シャッター取付+内装仕上 | | | | | | |
| 昇降設備工事 | | | | | | | | エレベーター設置 | | | | | |
| 外構工事 | | | 防火水槽+浄化槽設置 | | | | | | | | 外構工事 | | |
| 揚重機(200t加-ラ-ル-) | | | 200tクローラークレーン(地下躯体工事~地上躯体工事) | | | | | | | | | | |
| (450t加-ラ-ル-) | | | | 450tクローラークレーン(地上躯体工事) | | | | | | | | | |

に設置した。建物が東側境界に寄っているため、西側の作業ヤードからの施工となった。基礎から上部躯体まで、4工区に分割して施工計画を立案し、施工した。その工程表を Table. 2 に示す。

基礎施工時は基礎梁の地組を行うため、揚重機は200tクローラークレーンをメイン使用し、上部躯体施工時は柱PCaの重量が約12tあるため、450tクローラークレーンで計画した。

ALCの揚重は各階にステージを作成し、クローラークレーンにて行い、その他の仕上げ材は工事用エレベーター1台でまかなった。

足場は外壁の仕上げがALCに塗装仕上げのため総枠組足場とした。

3. 2 基礎の施工

工期短縮と労務の平準化を図るため、また梁主筋の継ぎ手箇所を低減するため、基礎梁はスパンのセンタージョイントでの地組で施工した。地組の計画に伴い、配筋詳細図を作成し、杭頭補強筋(New J-BAR)の取り付け位置を詳細検討により決定した。

(Photo. 3, Photo. 4 参照)

梁中央での主筋の接合は溶接継ぎ手を採用した。

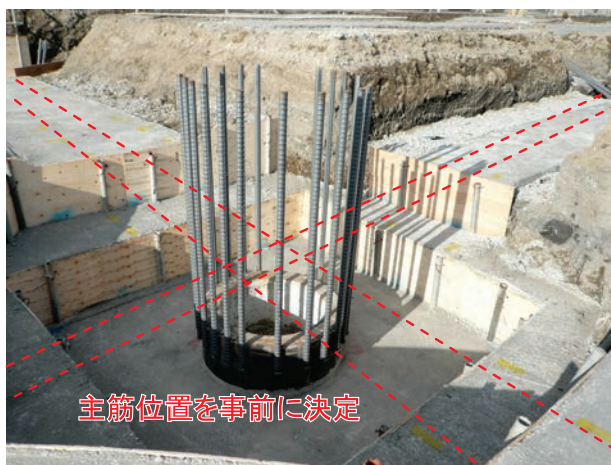


Photo. 3 杭頭補強筋

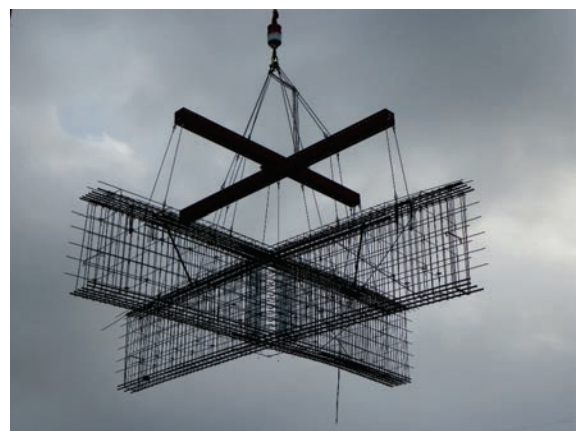


Photo. 4 基礎梁の地組

3. 3 柱PCaの施工

新熊谷式柱RC梁S構法において柱の取り付け精度が建物全体の精度に大きく寄与する。柱筋はテンプレートを使用し、コンクリート打設前にその位置の確認を実施した。

柱PCaのレベル精度を確保するため、Photo. 5に示すように150×150mmのライナープレートを使用し、柱の中央に配した。



Photo. 5 ライナープレートセット状況

柱P C aの取り付けに際し、P Cサポートで支持固定し、トランシットで建て入れ精度を確認しながら行った。玉はずし等はすべて高所作業車で対応した。

(Photo. 6, Photo. 7 参照)

柱脚のグラウトは梁鉄骨の本締め完了後のタイミングで、注入を行った。



Photo. 6 柱P C aの取付状況



Photo. 8 大梁の地組状況



Photo. 7 柱P C a 取付完了状況



Photo. 9 大梁の取付状況

3. 3 大梁の施工

仕口鉄骨を単独で柱P C aに架設するのは不安定なため、仕口鉄骨と大梁を地組して取り付けを行った。また、ブレース、小梁もなるべく地組して取り付けを行い、クレーン使用の効率化を図った。

(Photo. 8~Photo. 11 参照)

鉄骨取り付けにおいては本締め作業も含め、柱P C aと同様に高所作業車にて行ったが、梁下に取り付くブレース等はトピックを併用しての計画とした。

仕口鉄骨の取り付けに際し、柱P C aに合わせるだけで、精度確保のための方策は行うことは無かったが、完了後の精度確認で問題になることは無かった。



Photo. 10 大梁の取付状況

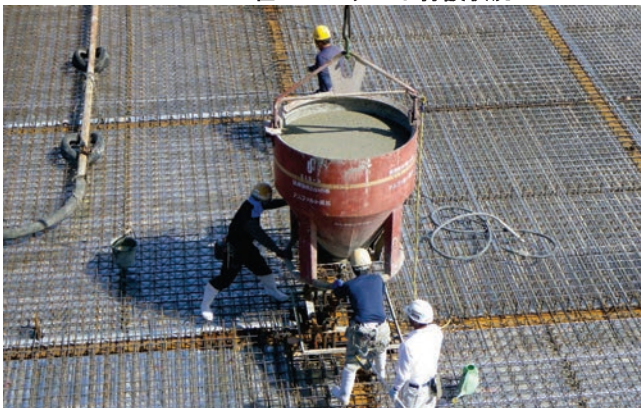


Photo. 11 小梁の地組状況

3. 4 コンクリートの施工

柱コンクリートの設計基準強度(FC)は $48\text{N}/\text{mm}^2$ 、デッキスラブコンクリート設計基準強度(FC)は $24\text{N}/\text{mm}^2$ のため、仕口コンクリートをホッパーで先行打設し、スラブは圧送車で施工した。(Photo. 12 参照)

Photo. 12 仕口コンクリート打設状況



4. まとめ

最近、物流倉庫の案件が多いが、本建物のように敷地に余裕があり、大きな揚重機が設置可能な場合には、新熊谷式柱RC梁S構法は有効な構法だと実際に施工していて感じた。

ふさぎ板の冷間曲げ加工に際して、シャルピー試験を実施して、加工寸法、曲げ方向決定したが、設計時から曲げ加工の場合、ロット構成を明確にしてシャルピー試験は必要になる。

本稿では新熊谷式柱RC梁S構法における躯体の構築を中心にまとめたので、今後の参考にしていただきたい。

5. 謝辞

本プロジェクトは多くの方々へ設計段階からご指導、ご協力を頂きながら進めてきました。現場では、この原稿を作成中も竣工に向けて最終段階ですが、当初の工程通り順調に進めてこられました。

ここに改めて当プロジェクトに関わった方々に感謝申し上げます。

Construction report of logistics facilities by new structural method of steel beams and reinforced concrete columns — Efforts in the work station of “Red Wood Ichikawabarak” —

Masami UENO, Toshiyuki IMABUCHI, Hiroshi MASHIKO, Hiroyuki AOKI,
Teruo TANAKA, and Minoru ARAMOMI

Abstract

This premise is the first design and construction properties, adopted the new structural method of “Super-high-brid60”. It is the structural method of steel beams and reinforced concrete columns, and can be applied to the high-rise and large logistics facilities. And it obtained the certification of Minister.

This premise is required the low-cost design and construction, and we must not flow out soil and water from the site, because it is a former site of the industrial waste treatment plant. And we are also required a short construction period.

This report introduces the construction summary.

Key words: The structural method of steel beams and reinforced concrete columns,
Logistics facilities, Steel of connection area, Enclosing plate
