

プレキャストコンクリート型枠の
設計・施工技術の開発に関する研究
共同研究報告書（Ⅰ）

平成7年3月

建設省土木研究所
材料施工部機械研究室
財団法人 先端建設技術センター

株式会社大林組	鹿島建設株式会社	佐藤工業株式会社
清水建設株式会社	大成建設株式会社	株式会社竹中土木
秩父小野田株式会社	飛島建設株式会社	西松建設株式会社
日本国土開発株式会社	株式会社フジタ	不動建設株式会社
前田建設工業株式会社		

Copyright © (1995) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

プレキャストコンクリート型枠の 設計・施工技術の開発に関する研究 共同研究報告書（Ⅰ）

建設省土木研究所 材料施工部 機械研究室
財団法人 先端建設技術センター

株式会社大林組	鹿島建設株式会社
佐藤工業株式会社	清水建設株式会社
大成建設株式会社	株式会社竹中土木
秩父小野田株式会社	飛鳥建設株式会社
西松建設株式会社	日本国土開発株式会社
株式会社フジタ	不動建設株式会社
前田建設工業株式会社*	

*平成 3 年度より参加

要 旨

建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業の施工新技術の開発」の中で、「プレキャストコンクリート型枠の設計・施工技術の開発に関する研究」が平成 2 年度から平成 6 年度にわたって、建設省土木研究所、(財)先端建設技術センター、民間企業 13 社による共同研究として実施された。

本研究は、建設事業における生産性の向上、安全性の向上、作業環境の改善を図る方策として型枠を大型プレキャスト部材で製作し、そのまま構造物の外壁とする工法の開発を行うものである。型枠部材の接合は鉛直方向ではモルタル充填継手を採用しており、水平方向は添え筋方式の簡易継手を利用する。また、型枠部材はコンクリート打設面にジベル筋やシャーコッターを配するとともに、主鉄筋を内部に配してあるために、構造断面として評価できるものである。

本報告書は研究成果に基づき、現場での技術適用を図るため、設計・施工に関する技術資料をとりまとめたものである。

キーワード：プレキャストコンクリート型枠、プレキャスト型枠、二次製品、プレキャスト製品、橋脚、プレハブ、モルタル充填継手、簡易継手（添え筋方式）

は じ め に

平成5年度建設白書によれば、近年の建設業では一人当たりの実質労働生産性の伸び悩みや労働災害死亡者数の一定化などがみられ、生産技術や安全技術にこれまで以上の資進歩が期待されている。また、今後の高度化社会の進展による経済トレンドの低成長かが予測されており、建設業の生産性の確保及びそれに起因する良質な社会資本の構築・維持のためにも建設現場の施工技術の高度化が急がれる。

建築分野ではコンクリート構造物に対してプレハブ化がいち速く進められ、生産性の向上、省人化、安全性の確保、作業環境の改善を実現している。一方、土木分野では対象構造物が大型であることや、立地環境などの条件により設計が大きく左右される単品生産型であることがプレハブ化に大きな支障となっていた。

平成2年度から平成6年度までの5年間、建設省総合技術開発プロジェクト「建設事業における施工新技術の開発」の一環として「プレキャストコンクリート型枠の設計施工技術の開発に関する研究」が建設省、(財)先端建設技術センター、民間13社((株)大林組、鹿島建設(株)、佐藤工業(株)、清水建設(株)、大成建設(株)、(株)竹中土木、秩父小野田(株)、飛鳥建設(株)、西松建設(株)、日本国土開発(株)、(株)フジタ、不動建設(株)、前田建設工業(株))により実施された。

このプレキャスト型枠工法は、大型構造物の外周を分割した形状の部材(コンクリート二次製品)を製作し、それを現地で組み立て、内部に二次コンクリートを打設するもので、従来の型枠工や型枠材、足場等を効率化する工法である。今回の研究では、主鉄筋をプレキャスト型枠内部に配することにより、鉄筋工の一部合理化も図っている。また、型枠部材と二次コンクリートの一体化により、型枠部材を構造断面として評価できるものとした。この工法の適用により、効率的かつ安全な施工技術の確立と、部材としての設計標準化への門戸を開くことによる製作サイクルの確立や製品コスト低減などが期待され、それらの帰結として土木構造物のプレハブ化に向けての大きな前進が期待される。

本報告書はその研究成果に基づき、設計・施工方法についてとりまとめ、これを報告するものである。

目 次

1 章	総則	1
1.1	適用の範囲	1
1.2	用語の定義	2
2 章	基本計画	4
2.1	総則	4
2.2	プレキャスト型枠の性能	5
2.3	プレキャスト型枠の一体化及び接合	6
2.4	プレキャスト型枠の割付け	7
2.5	支保工	8
3 章	コンクリートの品質	9
3.1	総則	9
3.2	プレキャスト型枠用コンクリートの品質	9
3.3	二次コンクリートの品質	10
4 章	材料	11
4.1	総則	11
4.2	コンクリート用材料	11
4.3	鋼材	11
4.4	充填材	13
4.5	目地材	14
5 章	コンクリートの配合	15
5.1	総則	15
5.2	プレキャスト型枠用コンクリートの配合	15
5.3	二次コンクリートの配合	15
6 章	設計	16
6.1	総則	16
6.2	荷重	16
6.3	設計計算	19
6.4	構造細目	30

7 章	プレキャスト型枠の構造	36
7.1	総則	36
7.2	製造工場の選定	37
7.3	プレキャスト型枠の強度	38
7.4	鉄筋及び埋込み金物などの設置	39
7.5	型枠	42
7.6	コンクリート工	44
7.7	脱型・吊り上げ	49
7.8	保管	50
8 章	構造物の施工	51
8.1	総則	51
8.2	施工のフロー	52
8.3	運搬	53
8.4	荷卸し	54
8.5	仮置き・保管	55
8.6	プレキャスト型枠の組立	56
8.7	目地工	62
8.8	鉄筋の継手	65
8.9	ジベル筋	67
8.10	二次コンクリート	68
9 章	品質管理及び検査	69
9.1	総則	69
9.2	プレキャスト型枠製造時の検査	70
9.3	プレキャスト型枠受入れ時の検査	74
9.4	プレキャスト型枠組立て時の検査	74
9.5	二次コンクリートの検査	77
9.6	構造物の検査	80

共同研究者氏名

機関・会社名	氏 名	役 職 名	担当年度
建設省土木研究所	都 丸 徳 治	次長	H 4
	嶋 津 晃 臣	機械施工部長	H 2
	久 楽 勝 行	"	H 3 ~ H 4
	池 村 雅 司	材料施工部長	H 3、5
	岡 崎 治 義	"	H 6
	吉 野 文 雄	企画部 企画課 先端技術開発調整官	H 2
	藤 沢 侃 彦	" " "	H 4 ~ H 6
	杉 山 篤 篤	機械施工部 機械研究室 室長	H 2 ~ H 4
	村 松 敏 光	" " 主任研究員	H 2
	野 村 正 之	" " "	H 3 ~ H 4
	梶 田 洋 規	" " 研究員	H 2 ~ H 3
	北 嶋 公 生	" "	H 2
	河 野 広 隆	材料施工部 コンクリート研究室 室長	H 2 ~ H 6
	吉 田 正 一	" 機械研究室 室長	H 5 ~ H 6
	藤 野 健 一	" " 研究員	H 5 ~ H 6
	宮 武 一 郎	" " "	H 4 ~ H 6
	米 村 克 己	" "	H 3 ~ H 6
(財) 先端建設技術 センター	赤 松 惟 央	専務理事	H 2
	藤 井 崇 弘	"	H 3 ~ H 4
	酒 井 孝 孝	"	H 5 ~ H 6
	小宮山 克 治	常務理事	H 2 ~ H 4
	佐々木 康 彪	"	H 5 ~ H 6
	原 田 彪 彪	研究第二部長	H 2 ~ H 3
	糠 沢 宏 二	"	H 4 ~ H 5
	小 川 敏 治	"	H 6
	大内田 博 喜	研究第二部 主任研究員	H 2 ~ H 3
	垣 内 幸 雄	" "	H 4 ~ H 5
	羽 田 義 治	" "	H 5 ~ H 6
(株)大林組	扇 啓 祐	土木技術本部 技術第四部長	H 2 ~ H 4
	小 谷 克 己	" "	H 5
	友 石 研 二	" 技術第五部長	H 6
	原 田 曉 暁	" 技術第五部 副部長	H 2 ~ H 6
	入 矢 桂 史 郎	" " 技術課長	H 2 ~ H 6
	松 島 博 之	" " 技術課長代理	H 6
	久 保 征 則	" " 技術課	H 6

機関・会社名	氏 名	役 職 名	担当年度
小野田セメント(株)	大 森 淑 孝	中央研究所セメントコンクリート研究所 所長代理	H 3 ～ H 5
	大 森 啓 至	" 主席研究員	H 2
	伊 藤 敬 和	" 主任研究員	H 2
	中 荃 義 和	" 研究員	H 2
	児 玉 明 彦	" "	H 2 ～ H 5
	藤 原 豪 紀	" "	H 3 ～ H 4
	熊 沢 憲 一	" "	H 3 ～ H 5
	宮 崎 孝 一	" "	H 4 ～ H 5
鹿島建設(株)	多 田 克 彦	" "	H 6
	久保田 宗 孝	土木設計本部 本部次長	H 2 ～ H 6
	安 永 正 道	" 第二設計部 設計長	H 2 ～ H 4
	新 谷 毅 毅	" " "	H 4 ～ H 5
	村 尾 義 則	" " "	H 6
	古 川 直 樹	" " 設計主査	H 2 ～ H 3
	梶 本 恵 太	" " 副主査	H 6
	万 木 正 弘	技術研究所 主管研究員	H 2 ～ H 6
佐藤工業(株)	信 田 佳 延	" 主任研究員	H 2 ～ H 5
	岩 藤 正 彦	中央技術研究所 副所長	H 2 ～ H 6
	弘 中 義 昭	" 土木研究部 主任研究員	H 2 ～ H 6
	伊 東 良 浩	" " 研究員	H 2 ～ H 4
清水建設(株)	宇 野 洋 志 城	" " "	H 5 ～ H 6
	阿 部 久 雄	土木本部 技術第一部 主査	H 4 ～ H 6
	江 渡 正 満	" " 主任	H 2 ～ H 6
	名 倉 健 二	" 技術企画部 主任	H 3 ～ H 4
	小 原 由 幸	" 機械技術部 主査	H 2
	木 村 克 彦	技術研究所 建設技術研究部 主任研究員	H 2
	関 島 謙 蔵	技術開発センター 特別技術開発グループ 主査	H 2 ～ H 4
	和 田 孝 史	" 生産技術開発部(土木) グループ長	H 3 ～ H 6
大成建設(株)	内 藤 隆 史	技術研究所 副所長	H 2 ～ H 6
	大 友 健 男	" 副主任研究員	H 2 ～ H 6
	小 林 峯 男	土木本部土木技術本部 第五技術室 課長	H 2 ～ H 6

機関・会社名	氏 名	役 職 名	担当年度
(株)竹中土木	神 崎 靖	技術開発本部 副本部長	H 2 ～ H 6
	桜 井 洋	" 技術開発部 専門課長	H 2 ～ H 6
	大 森 秀 高	" " 専門係長	H 2
	安 藤 慎一郎	" " 技術課員	H 3 ～ H 6
	伊 藤 孔 一	工事本部 技術部 技術係長	H 2 ～ H 6
	布 谷 一 夫	竹中技術研究所 担当研究員	H 2 ～ H 4
	山 田 敏 昭	" 研究員	H 6
秩父セメント(株)	吉 田 八 郎	中央研究所 開発部 部長	H 5
	石 崎 寛治郎	" " 副部長	H 2 ～ H 4
	小 柳 直 昭	" " 主任研究員	H 2 ～ H 3
	来 海 豊	" " "	H 2 ～ H 6
	奥 山 康 夫	" " 研究員	H 2 ～ H 6
	渡 邊 武 生	" " "	H 4 ～ H 6
	村 上 和 幸	" " "	H 4 ～ H 6
飛鳥建設(株)	増 渕 孝 二	技術本部 研究開発部長	H 2
	大河原 重 昭	" "	H 2 ～ H 5
	猪 俣 正	" 土木技術開発部長	H 5 ～ H 6
	長谷川 昌 弘	" 技術研究所 地盤研究室長	H 3 ～ H 6
	田 中 斉 信	" " 材料研究室長	H 2 ～ H 6
	平 間 昭 信	" " 材料研究室 主任	H 2 ～ H 6
西松建設(株)	大 矢 一 夫	技術研究所 研究部長	H 2 ～ H 6
	松 井 健 一	" 主任研究員	H 2 ～ H 6
	伊 藤 忠 彦	" 研究員	H 2 ～ H 6
	佐 藤 幸 三	" "	H 5 ～ H 6
	松 井 鐘 司	" "	H 2 ～ H 3
	原 田 耕 司	" "	H 4 ～ H 6
日本国土開発(株)	竹 下 治 之	技術本部 技術開発研究所 所長	H 2 ～ H 6
	藤 沢 均	" 機電センター 課長	H 2 ～ H 6
	渡 辺 篤	エンジニアリング本部 課長	H 2 ～ H 4
	浅 沼 潔	技術本部 技術開発研究所 第三研究室 主任研究員	H 2 ～ H 6

機関・会社名	氏 名	役 職 名	担当年度
(株)フジタ	古 賀 重 利	技術研究所 第一研究部 部長	H 2
	伊 藤 祐 二	" " 主任研究員	H 2
	神 田 享	" " 主任	H 2
	和 久 昭 正	" 生産技術研究部 部長	H 3～H 4
	青 景 平 昌	" " "	H 2～H 6
	吉 野 次 彦	" " リーダ	H 3～H 6
	笹 谷 輝 勝	" " 主任研究員	H 2～H 6
	石 村 玄 二	土木本部 設計部 主任	H 2
不動建設(株)	末 松 直 幹	土木事業本部 副本部長	H 2～H 3
	寺 田 正 治	東京支店 土木部長	H 4
	川 瀬 泰 裕	技術開発本部 土木部 生産部グループ リーダ	H 5～H 6
	倉 持 栄 一	" " "	H 4～H 6
	苗 村 康 造	" 設計開発グループ リーダ	H 2～H 4
	加 藤 康 司	" " " 技術員	H 2～H 3
	中 嶋 健 治	中央研究所 参事	H 2～H 6
前田建設工業(株)	山 村 健	技術研究所 所長	H 4～H 6
	山 田 一 宇	" 副所長	H 3
	横 沢 和 夫	" 次長	H 3～H 6
	出 頭 圭 三	" 土木材料研究室 室長	H 3
	舟 橋 政 司	" " 主任研究員	H 3～H 6
	原 夏 生	" 土木構造研究室 研究員	H 4～H 6

注) 小野田セメント(株)及び秩父セメント(株)の担当者については平成5年度までの所属名を記載しているため、平成6年度の秩父小野田(株)所属における役職名と異なっている場合があることをご了承下さい。

1 章 総 則

1 章 総則

1. 1 適用の範囲

この設計・施工技術資料は、構造鉄筋を含む厚肉のプレキャスト型枠を本体構造物の一部として用いるコンクリート構造物の設計・施工についての一般の標準を示すものである。

【解説】

この設計・施工技術資料は、構造鉄筋を含む厚肉のプレキャスト型枠を用いたコンクリート構造物の施工に関する一般原則を示すものである。したがって、実際の個々の構造物の施工にあたっては、この設計・施工技術資料の条項のみでは不十分である場合もある。このような場合には、この設計・施工技術資料に定める主旨を十分に尊重して、模型実験や解析によって安全性を確かめた上で、実状に適應するように設計・施工しなければならない。

この設計・施工技術資料で十分に触れていない設計・施工に関する項目については、土木学会等で制定されている、以下に示す各種の基準や指針を参考にする。

- | | | |
|-------------------------------|--------|----------|
| ・コンクリート標準示方書（施工編）（設計編） | 土木学会 | 平成 3 年 |
| ・鉄筋継手指針 | 土木学会 | 昭和 5 7 年 |
| ・道路橋示方書・同解説 | 日本道路協会 | 平成 2 年 |
| ・港湾施設の技術上の基準・同解説・改定版 | 日本港湾協会 | 平成元年 |
| ・建築工事標準仕様書・同解説 J A S S 1 0 | 日本建築学会 | 平成 3 年 |
| プレキャストコンクリート工事 | | |
| ・建築工事標準仕様書・同解説 J A S S 8 防水工事 | 日本建築学会 | 平成 5 年 |

なお、この示方書や上記の指針類は、いずれもコンクリート構造物の設計・施工の基本を示したものであって、工事の示方書または仕様書そのものを示したものではない。個々の構造物の設計・施工については、各々の示方書または仕様書を作らなければならない。

なお、本型枠の構造物の適用にあたっては、繰り返し荷重を受ける構造物…例えば床版、高い曲げを受ける構造物…例えば高橋脚については耐力に関する確認を行ってから使用するものとする。また、本研究は橋脚を主対象に検討を進めてきたため、橋脚以外については、別に設計的検討が必要である。

1. 2 用語の定義

この設計・施工技術資料では、次のように用語を定義する。

プレキャスト型枠：本体構造物の一部として用いる構造鉄筋を含むプレキャストコンクリート型枠部材。

構造鉄筋：主筋、配力筋、スターラップ等、構造計算により配筋された鉄筋。

二次コンクリート：プレキャスト型枠内に後から打ち込まれるコンクリート。

一体化：プレキャスト型枠と二次コンクリートとの境界においてせん断力が伝達され一体性が確保される状態。

鉛直接合部：プレキャスト型枠相互の接合部で水平方向鉄筋を接合する部分。

水平接合部：プレキャスト型枠相互の接合部で鉛直方向鉄筋を接合する部分。

簡易継手：既往の基準類に定義されていない鉄筋継手で、配力筋を接合する継手のこと。本研究において開発した新しい継手形式をいう。

シャーコッター：プレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体化を図るためにプレキャスト型枠の二次コンクリートと接する面に設けられる凹凸。

ジベル鉄筋：プレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体化を図るためにプレキャスト型枠から二次コンクリート側に接合面に直交して配置される鉄筋。

水平目地：プレキャスト型枠相互の接合部の鉛直方向鉄筋に直交する目地をいう。

鉛直目地：プレキャスト型枠相互の接合部の水平方向鉄筋に直交する目地をいう。

充填材：水平目地の充填に使用する材料で、圧縮力を十分伝達できる無収縮モルタル等の充填材料をいう。

目地材：鉛直目地の充填に使用する材料で、二次コンクリートの漏出を防止するシーリング材のこと。

モルタル充填継手：機械式継手のうち、継手内に配置した鋼製スリーブ内に無収縮モルタルグラウトを充填して一体化するもの。

施工時残留応力：プレキャスト型枠を施工時に型枠として使用する場合に発生する応力。

脱型時強度：養生を終了し型枠を脱型する時に必要な強度。

出荷時強度：製造工場から製品を出荷する時の管理対象となる強度で、通常一定の材齢を定めて管理するもの。

【解説】

鉛直接合部及び水平接合部について

この設計・施工技術資料においては、プレキャスト型枠を適用する構造物として、解説図 1.2.1に示すような橋脚構造物を想定している。

このため、鉛直接合部をプレキャスト型枠相互の接合部で水平方向鉄筋を接合する部分、水平の部材にプレキャスト型枠相互の接合部で鉛直方向鉄筋を接合する部分とした。また、橋脚においては、鉛直方向の配筋が主筋、水平方向の配筋が帯鉄筋となるため、以下の説明においては、水平接合部に主筋を、鉛直接合部に帯鉄筋を配置するものとしている。主筋がこの方向と別の方向に配筋される場合は、読み替える必要がある。

2 章 基 本 計 画

2章 基本計画

2. 1 総則

- (1) プレキャスト型枠の適用にあたっては、使用目的を明確にし、使用目的に適した安全性や経済性を考慮しなければならない。また、施工の合理化が推進できるように配慮しなければならない。
- (2) プレキャスト型枠はプレキャストコンクリート部材としての基準を満足するとともに、構造物本体の基準も満足しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠の適用にあたっては以下を使用目的とすることができる。

1. プレキャスト型枠の使用により工程を短縮する。
2. 現場での鉄筋作業を削減し、型枠作業をなくすなど省力化を図る。また、特殊作業員の大幅な削減を図る。
3. 現場での型枠作業を省略し、取扱いを容易とすることにより安全性を向上させる。
4. 構造物の高品質化及び耐久性を向上させる。
5. 省資源化、美観の向上を図る。

プレキャスト型枠を使用することにより、外周の足場、支保工及び型枠の解体などが省略され、その工程の短縮が全体工期の短縮を可能とする。また、型枠を工場製造とすることで、良好な品質管理の下で比較的大きなブロックで型枠を製造することが可能となり、現場での高リフト打設が可能となる。

現場での型枠作業の簡略化により、足場作業に起因する墜落事故等の可能性が少なくなり、作業工程の削減や自動化機械の導入と合わせて、安全性の向上が期待できる。

プレキャスト型枠は工場で製造することを標準としているので、高度に品質管理された工場製品を利用することから、材料・配合上の配慮により、型枠の高品質化が図れる。これは構造物の耐久性向上・高品質化に貢献する。

プレキャスト型枠自体は、現状では製造コストが比較的高いが、工期の短縮、省力化及び安全性の向上効果、また、プレキャスト型枠の規格化による大量生産により、将来的にはコスト削減につながることも期待できる。また、プレキャスト型枠に比較的容易に模様をつけることも可能であり、土木構造物の美観向上に期待できる。更に、現場でのせき板を不要とすることから、環境の保全、現場環境の改善等付加価値も大きい。

2. 2 プレキャスト型枠の性能

プレキャスト型枠は、製造、運搬、据付、二次コンクリート打設の各施工段階に対して、各々の状態で要求性能を満足するものでなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠は、プレキャスト製品として製造され型枠として施工時に使用される場合と、構造物として完成後使用される場合の2つの異なった使われ方をする。プレキャスト型枠は、この両方の状態において、その段階で要求される機能を満足するように、設計・製造・施工されなければならない。

2. 3 プレキャスト型枠の一体化及び接合

- (1) プレキャスト型枠を使用した部材においては、プレキャスト型枠と二次コンクリートの打継面に作用するせん断力に対し、プレキャスト型枠と二次コンクリートの一体性を確保するようにしなければならない。
- (2) プレキャストコンクリート型枠相互の接合方法は、接合部の機能を満足するものでなければならない。

【解説】

(1) について

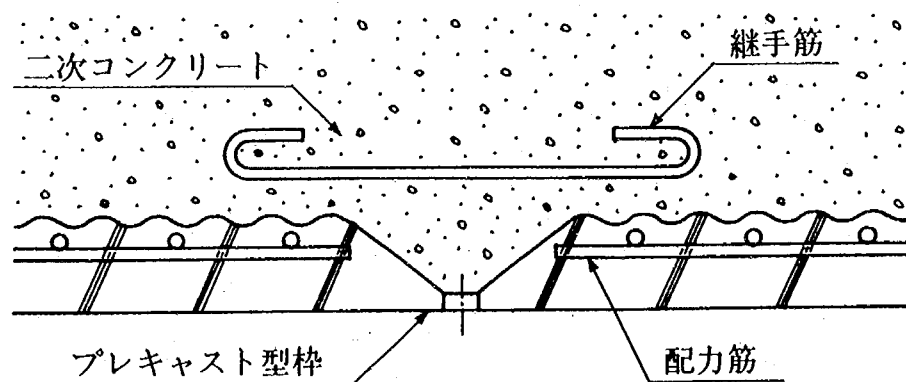
プレキャスト型枠を本体の一部として使用するためには、プレキャスト型枠と二次コンクリートの一体性が確保されることが重要な条件である。

ここでいうプレキャスト型枠と二次コンクリートの一体性とは、プレキャスト型枠と二次コンクリートの打継面で、部材が終局にいたるまで、せん断力の伝達が可能であり、プレキャスト型枠と二次コンクリートが重ね梁となることなく、一体打ち構造と同等の曲げ及びせん断耐力を有することである。

(2) について

構造用鉄筋を含むプレキャスト型枠の場合、接合部において鉄筋の継手及び目地の構造を考慮しなければならない。継手構造は、鉄筋に要求される機能を満足し、かつ施工の合理化がなされるものでなければならない。

主筋の継手方法は、機械式継手のうち施工性や力学的特性に優れたモルタル式充填継手を適用する。水平方向鉄筋の継手方法には、原則として、簡易継手（解説図 2.3.1 参照）を使用する。



解説図 2.3.1 簡易継手の構造

2. 4 プレキャスト型枠の割付け

プレキャストの割付け、型枠の大きさ及び重量の決定においては、構造上の特性の他に、構造物の立地条件、運搬上の制限、揚重機的能力などを考慮しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠の寸法及び重量の制約条件として以下の項目に関する検討が必要である。

設計上－曲げ強度、たわみなど

製造上－製造方法、製造ヤードの広さ、プラントの揚重設備など

運搬上－トラックの荷台寸法、最大積載量、道路規制など

施工上－仮置ヤードの広さ、クレーン性能、吊り上げ方法や吊り上げ位置、支保工形式や間隔、打設リフトなど

これらの制約のなかでも、特に製造プラントの揚重設備、トラックの荷台寸法、クレーン性能と機種を選定、道路規制によってプレキャスト型枠の最大寸法が決まる場合が多いので、設計にあたっては事前に製造プラント、運搬方法、施工方法をよく検討しておく必要がある。

2. 5 支保工

プレキャスト型枠は、二次コンクリートが打設されるときに、型枠として機能するように適切な支保工を計画しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠は、二次コンクリート打設時にコンクリート側圧によって有害なひび割れが入ったり、横方向荷重により、倒れたり、鉄筋に過度の施工時残留応力が入ることがある。このため、プレキャスト型枠の設置に当っては、セパレーター等を適切に配置するとともに、支保工を適切に配置しなければならない。

なお、支保工には外部支保工と内部支保工があり、プレキャスト型枠の使用目的に合わせて支保工を振り分けて考慮しなければならない。

3 章 コンクリートの品質

3章 コンクリートの品質

3. 1 総則

プレキャスト型枠用コンクリート及び二次コンクリートは、所要の強度、耐久性、密実性並びに鋼材を保護する性能等をもち、品質のばらつきの少ないものでなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠用コンクリート及び二次コンクリートは、通常のコンクリートと同様に、所要の強度及び耐久性を有し、鋼材を腐食から保護する性能を有していなければならない。本設計・施工技術資料が対象とするプレキャスト型枠は、主鉄筋等が配置された構造用型枠であるため、その品質は、構造物の性能を十分確保するものでなければならない。

3. 2 プレキャスト型枠用コンクリートの品質

- (1) プレキャスト型枠に用いるコンクリートは、型枠製造に適するワーカビリティを有するとともに、型枠製造時における脱型、運搬等の作業に必要な強度を満足するものでなければならない。
- (2) プレキャスト型枠の強度は、受入れ時において設計基準強度を満足していなければならない。
- (3) プレキャスト型枠に用いるコンクリートの強度は、一般に、製品と同等の締固め及び養生を行った供試体の圧縮強度の試験値を用いる。

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠に用いるコンクリートは、締固めや仕上げ作業が容易で、充填性のよいものを用いるが、特に、プレキャスト型枠は普通の鉄筋コンクリートに比べて部材厚さが薄いこと、構造用鉄筋並びにジベル筋の固定部品等の鋼材が密に配置されていることなどから、コンクリートの充填性については十分検討しなければならない。充填性の確保が非常に困難な場合は、所要の流動性及び分離抵抗性を有する高流動コンクリートを使用してもよい。

また、プレキャスト型枠の製造には、一般の工場製品と同様に、脱型、出荷時の移動などの作業を伴うため、これらの作業の際にプレキャスト型枠にひび割れや破損が生じないように、あらかじめ必要な脱型強度及び出荷時強度を定め、これによって管理しなければならない。

(2) について

プレキャスト型枠の設計基準強度は、構造体コンクリートの設計基準強度を満足するとともに、型枠の組立て時や二次コンクリート打込み時に作用する荷重等を考慮して定められる。したがって、型枠受入れ時において、その強度を満足していなければならない。受入れ時の強度は、一般に、 $400\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度とする場合が多い。

(3) について

プレキャスト型枠は、製造工場において通常の製品と同様に促進養生が行われる場合が多い。このことから、プレキャスト型枠のコンクリート強度の試験・検査はプレキャスト型枠と同等の養生を行った供試体を用いて行うことが適切である。そのため、プレキャスト型枠のコンクリートが所要の脱型時強度、出荷時強度及び設計基準強度を満足しているか否かを確認する場合は、部材と同様の養生を行った供試体を用いて試験・検査を行うこととした。しかし、プレキャスト型枠の製造方法が一般の鉄筋コンクリート部材と同様な場合、コンクリートの品質は JIS A 1132 及び JIS A 1108 により試験した供試体の圧縮強度をもって示すものとする。

なお、プレキャスト型枠の製造管理には圧縮強度を用いるが、必要に応じて曲げ強度試験を行い、その品質を確認することが望ましい。

3. 3 二次コンクリートの品質

- (1) 二次コンクリートは、その施工時に、作業に適するワーカビリティ並びにプレキャスト型枠との一体性を確保するために必要な性能を有していなければならない。
- (2) 二次コンクリートの強度は、所定の材齢で設計基準強度を満足していなければならない。

【解説】

(1) について

施工を適切かつ能率的に行い、均一で欠陥の少ないコンクリート構造物を造るために、コンクリートは、その施工時の作業に適するワーカビリティを有していることが大切である。プレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体性を確保するためには、コッターの形成が十分でなければならない。このため、二次コンクリートは型枠内面のコッター凹部に容易に充填が可能で、しかも、ブリーディング量が少ないことが望ましい。これらの性能については、配合設計時並びに施工時に十分な検討を行えば、普通コンクリートで対応が可能である。

(2) について

二次コンクリートに要求される強度は、一般のコンクリートと同等である。

4 章 材 料

4章 材料

4. 1 総則

材料は品質の確かめられたものを用いなければならない。

【解説】

適切な材料を用いることは、所要の品質のコンクリートを経済的に造るために必要である。材料の適否は、試験あるいは既往の使用例等によって判断することができる。

4. 2 コンクリート用材料

プレキャスト型枠及び二次コンクリートに使用するコンクリート用材料は、コンクリート標準示方書に適合したものを用いることを原則とする。

【解説】

所要の品質のコンクリートを造るには、所定の品質をもつことが確認された材料を用いなければならない。

プレキャスト型枠は高い耐久性と曲げ強度を要求される場合が多く、このため、種々のポリマーや補強材を用いることも少なくない。また、二次コンクリートについても、通常コンクリートで施工が困難なところでは超流動コンクリートを使用することもある。これらの場合、それらの材料の強度、耐久性等を確認の上、使用することができる。

4. 3 鋼材

4. 3. 1 鉄筋

- (1) 鉄筋は、原則としてJIS G 3112「鉄筋コンクリート用棒鋼」に適合したものでなければならない。
- (2) JIS G 3117「鉄筋コンクリート用再生棒鋼」に適合する鉄筋は、試験を行って、その使用の可否を定めなければならない。
- (3) モルタル充填継手を行う鉄筋は、土木学会「鉄筋継手指針モルタル充填継手設計指針（案）」2条に適合したものでなければならない。

【解説】

(1)、(2)について

コンクリート標準示方書「施工編」3.7.1解説参照。

(3) について

同指針（案）では、使用する鉄筋はJIS G 3112に規定するSD295、SD345、SD390とし、その径は、D16からD51までと規定している。

4. 3. 2 モルタル充填継手に用いるスリーブ

モルタル充填継手に使用するスリーブは、土木学会「鉄筋継手指針 モルタル充填継手設計施工指針（案）」3条に適合したものでなければならない。

【解説】

同指針（案）では、スリーブはダクティル铸铁製またはそれと同等以上のものとし、その機械的性能は解説表4.3.1に示す値を規定している。

解説表 4.3.1

降伏値または耐力 (kgf/mm ²)	引張強さ (kgf/mm ²)	伸 び (%)
42以上	60以上	6 以上

4. 3. 3 鉄骨用鋼材

鉄骨用鋼材は、原則として、JIS G 3101 「一般構造用圧延鋼材」またはJIS G 3106 「溶接構造用圧延鋼材」に適合したものでなければならない。

【解説】

内部支保工に用いる鉄骨用鋼材は、構造物内に埋設されるため、その品質が確認されたものを使用しなければならない。このため、JIS G 3101またはJIS G 3106に適合したものを使用することとした。

4. 4 充填材

4. 4. 1 モルタル充填継手に用いる充填材

モルタル充填継手に使用する充填材は、土木学会「鉄筋継手指針モルタル充填継手設計施工指針（案）」4条に適合するものでなければならない。

【解説】

モルタル充填継手に使用する充填材は、土木学会「鉄筋継手指針モルタル充填継手設計施工指針（案）」4条に規定される品質（解説表4.3.2）を満足するものでなければならない。

解説表4.3.2

コンシステンス ¹⁾ (秒)	圧縮強度 (kgf/cm ²) ²⁾				膨 張 ³⁾ (%)
	σ_1	σ_3	σ_7	σ_{28}	
5～13	150以上	300以上	450以上	650以上	0 以上

- 1) $\phi 70\text{mm}$ (上端内径) $\times \phi 14\text{mm}$ (下端内径) $\times 395\text{mm}$ (高さ) の漏斗を用い、土木学会「コンシステンス試験方法案」に規定するJロート試験方法による。
- 2) $\phi 5\text{cm}$ (直径) $\times 10\text{cm}$ (高さ) の寸法の供試体を標準養生し、JIS A 1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」による。
- 3) 土木学会「膨張コンクリート設計施工指針（案）」に規定する膨張材を用いた充填モルタルの膨張率試験方法による σ_7 以後の値とする。

4. 4. 2 水平接合部に用いる充填材

- (1) 水平接合部の充填をモルタル充填継手の施工と同時に行う場合は、充填材は、土木学会「鉄筋継手指針モルタル充填継手設計施工指針（案）」4条に適合するものでなければならない。
- (2) 水平接合部の充填を数モルタルで行う場合は、数モルタルは所要の強度並びに無収縮性を満足するものでなければならない。

【解説】

(1)について

プレキャスト型枠水平接合部の主鉄筋の継手はモルタル充填継手を採用するが、モルタルの充填方法としては一括注入方法及び分割注入方法の2つの方法がある。いずれの方法も、スリーブ内に被接合鉄筋を挿入した後に充填を行うポストグラウト方法であるが、前者は、プレキャスト型枠建て込み後、スリーブ内及び水平目地部を同時に充填する方法であり、後者は、水平接合部に数モルタルを敷設し、その上部にプレキャスト型枠を建て込むことによ

り水平目地部の充填を行い、型枠固定後、スリーブ内を充填する方法である。ここでは、一括注入方法で施工する場合の品質について規定した。

(2)について

プレキャスト型枠水平接合部に使用する充填材は、上部型枠からの鉛直荷重、地震時の圧縮力及びせん断力を負担するために必要な強度並びに無収縮性が要求される。敷モルタルの設計基準強度は、部材の設計基準強度以上とする。

4. 5 目地材

プレキャスト型枠の接合部に使用する目地材は、所要の品質を満足するものでなければならない。

【解説】

目地材は、施工時における二次コンクリートの漏洩を防止すること、外部からの水を遮閉し、鉄筋コンクリートとして耐久性を確保する目的で使用される。このため、ここで用いる目地材は耐候性、耐久性の観点重視して、JIS A 5758「建築用シーリング材」から選定する。実際の設計、施工にあたってはJASS 8「防水工事（1993）」の4節シーリング工事を参考にとよい。

5 章

コンクリートの配合

5章 コンクリートの配合

5. 1 総則

プレキャスト型枠用コンクリート及び二次コンクリートの配合は、一般のコンクリートと同様、所要の強度、耐久性、水密性及び作業に適するワーカビリティをもつ範囲内で、単位水量をできるだけ少なくするよう、これを定めなければならない。

【解説】

コンクリート標準示方書「施工編」4.1解説参照。

5. 2 プレキャスト型枠用コンクリートの配合

プレキャスト型枠に用いるコンクリートの配合は、成形及び養生方法を考慮して、所要の強度、耐久性、水密性等を有するように定めなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠に用いるコンクリートの配合は、充填性がよく、十分な強度と耐久性及び良好な製品表面の得られるものであるとともに、シャーコッターの成形が容易なものでなければならない。そのためには、単位水量、細骨材率及び空気量の適切な選定に特に留意する必要がある。

コンクリートの配合強度は、所定の脱型時強度、出荷時強度及び設計基準強度を満足するように、これを定めなければならない。

高流動コンクリートを使用する場合は、適切な配合手法に従って、その配合を定めなければならない。

5. 3 二次コンクリートの配合

コンクリートの配合は一般のコンクリートと同様、コンクリートが所要の強度、耐久性をもつように定めなければならない。

【解説】

二次コンクリートに用いる配合は、充填性がよく、十分な強度と耐久性及びプレキャスト型枠との一体性が確保されるものでなければならない。マスコンクリートの範疇に属する場合は、設計基準強度及び所定のワーカビリティを満足する範囲内で、コンクリートの温度上昇量が小さくなるようにしなければならない。

6 章 設 計

6章 設計

6.1 総則

- (1) プレキャスト型枠の特徴を勘案し、施工の合理化を推進できるよう配慮して、設計しなければならない。
- (2) この本設計・施工技術資料(案)はプレキャスト型枠特有の設計について記述するものとした。したがって、本体の構造物の設計は、各種の規準に準拠しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠を適用する場合は、型枠の設計・構造、施工方法、施工機械など総合的に考慮し、施工の合理化が図れるよう設計しなければならない。

6.2 荷重

6.2.1 一般

プレキャスト型枠の設計にあたっては、構造物の設計に用いる荷重のほか、貯蔵、運搬、据え付け及び二次コンクリート打設時等の各施工状態における荷重を考慮して設計しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠は、プレキャスト製品として製造され、型枠として施工時に使用され、構造物として完成後使用される。

したがって、一般の構造物設計に用いる荷重すなわち施工中及び供用期間中に作用することが考えられる荷重のほかに、貯蔵、運搬及び型枠として使用される状態で受ける荷重についても考慮する必要がある。

なお、美観を重視する構造物で、ひび割れを防止したい場合、日射や乾燥収縮による曲げひび割れおよび二次コンクリートの発熱の影響等も検討した方がよい。

6.2.2 荷重の種類

(1) 設計荷重

構造物の設計に用いられる荷重をいい、部材の設計のほかに、プレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体化の検討に用いる。

(2) 施工時荷重

プレキャスト型枠が製造から、二次コンクリートと一体をなすまでに受ける荷重で、各施工状態に応じて適切な組合せのもとに考慮しなければならない。

【解説】

(1)について

設計荷重には、死荷重、活荷重、プレストレス力、コンクリートのクリープ・乾燥収縮の影響、土圧、水圧、浮力または揚圧力、風荷重、温度変化の影響、地震の影響、雪荷重、波圧、制動荷重等があり、設計を行う際にはこれらの荷重およびその他必要な荷重を適切に組合せて用いるものとする。

(2)について

プレキャスト型枠が施工中に受ける荷重で、プレキャスト型枠の自重（貯蔵、運搬、据付）、二次コンクリートの側圧、作業荷重等がある。

これらの荷重に対しても、ひび割れが生じないように、また安全を損なうことがないよう検討を行なわなければならない。やむを得ず、ひび割れが生じる場合は、ひび割れが有害にならないよう制御するとともに、鉄筋に生じる残留応力を予め検討しておく必要がある。

1) プレキャスト型枠自重 $W_p = 2.7 \text{ tf/m}^3$

2) 二次コンクリートの側圧

壁及び柱に用いるプレキャスト型枠の設計で、最も支配的な荷重は、二次コンクリートの側圧である。この二次コンクリートの側圧は、コンクリート標準示方書〔施工編〕に準じて算定しなければならない。

(a) 柱の場合

$$p = 0.8 + \frac{80R}{T+20} \leq 15(\text{tf/m}^2) \quad \text{または} \quad 2.4H(\text{tf/m}^2)$$

(b) 壁の場合で $R \leq 2 \text{ m/h}$ のとき

$$p = 0.8 + \frac{80R}{T+20} \leq 10(\text{tf/m}^2) \quad \text{または} \quad 2.4H(\text{tf/m}^2)$$

(c) 壁の場合で $R > 2 \text{ m/h}$ のとき

$$p = 0.8 + \frac{120+25R}{T+20} \leq 10(\text{tf/m}^2) \quad \text{または} \quad 2.4H(\text{tf/m}^2)$$

ここに、

p : 側圧 (tf/m^2)

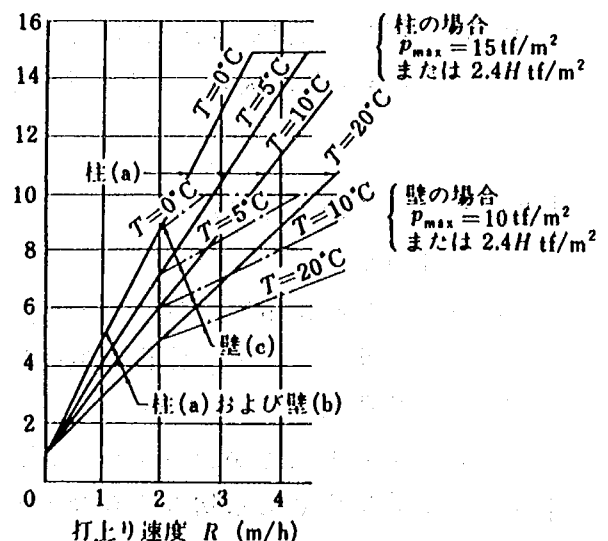
R : 打上り速度 (m/h)

T : 型わく内のコンクリート温度 ($^{\circ}\text{C}$)

H : 考えている点より上のフレッシュ

コンクリートの高さ (m)

側圧 p (tf/m^2)



解説図6.2.1

3) 作業荷重

(a) 鉛直方向荷重

鉛直方向荷重には、プレキャスト型枠の場合、コンクリート及び鉄筋の重量、プレキャスト型枠の重量、さらにコンクリート打設作業に伴う付加荷重などがある。このうちコンクリート打設作業に伴う付加荷重としては、作業員、コンクリート運搬車、仮設の作業通路、型枠に直接とりつける作業足場、振動機等の機械器具、部分的に堆積したコンクリート等の重量及び衝撃などが考えられる。この作業荷重（コンクリート打設作業に伴う付加荷重）は、労働安全規則では最低値として 150kgf/m^2 を規定しているが、プレキャスト型枠にひびわれを生じさせないこと、及び局所的な荷重の増加を考慮して、労働省産業安全研究所の提唱値を用いるのがよい。

$$\begin{aligned} \bullet \text{作業荷重 } \ell \leq 1 & \quad W = 350 \text{ kgf/m}^2 \\ 1 < \ell < 5.5 & \quad W = 350\sqrt{\ell} \text{ kgf/m}^2 \\ \ell \geq 5.5 & \quad W = 150 \text{ kgf/m}^2 \end{aligned}$$

ただし、 ℓ は支柱又ははり1本の負担領域の長辺の長さ（m）

(b) 横方向荷重

横方向荷重としては、作業時の振動、衝撃、不等載荷の影響、施工誤差に起因するもの、型枠の勾配による鉛直方向荷重の横方向分力、風圧、型枠面の傾きによるコンクリート側圧の分力などが考えられる。実際の設計に際して、これらを各々算定することはきわめて困難であり、便宜上、壁及び柱に用いるプレキャスト型枠の場合は、次に示す横方向荷重が作用するものと仮定してよい。

- ・プレキャスト型枠頂部に作用する横方向荷重 $H_1 = \text{鉛直方向荷重} \times 0.05$
- ・プレキャスト型枠側面に作用する荷重 $H_2 = 50\text{kgf/m}^2$

4) 風荷重

通常風荷重は、横方向荷重に含まれているので考慮する必要がないが、施工期間中に台風などの強風が予想される場合には、解説 表6.2.1の値を参考に安定性の検討を行なう必要がある。

解説 表6.2.1 風荷重の参考値 （出典：コンクリート道路橋施工便覧）

風 速	風荷重 (kgf/m^2)
$V = 20 \text{ m/s}$	40
$V = 40 \text{ m/s}$	150

5) その他

プレキャスト型枠の据付にあたってはクレーンを利用する場合が最も多いと考えられるが、建設事業の施工合理化、労働環境改善に向けて自動化機械を用いるような場合には、あらかじめ作業に伴う荷重を把握し適切に検討を行う必要がある。

6. 3 設計計算

6. 3. 1 設計フロー

プレキャスト型枠は、本体構造物に要求される機能を満足するよう設計を行うほかに、製造時、運搬・据付時、二次コンクリート打設時等の各施工段階に対しても、各々の状態での要求機能を満足するよう図 6. 3. 1 に従って設計するものとする。

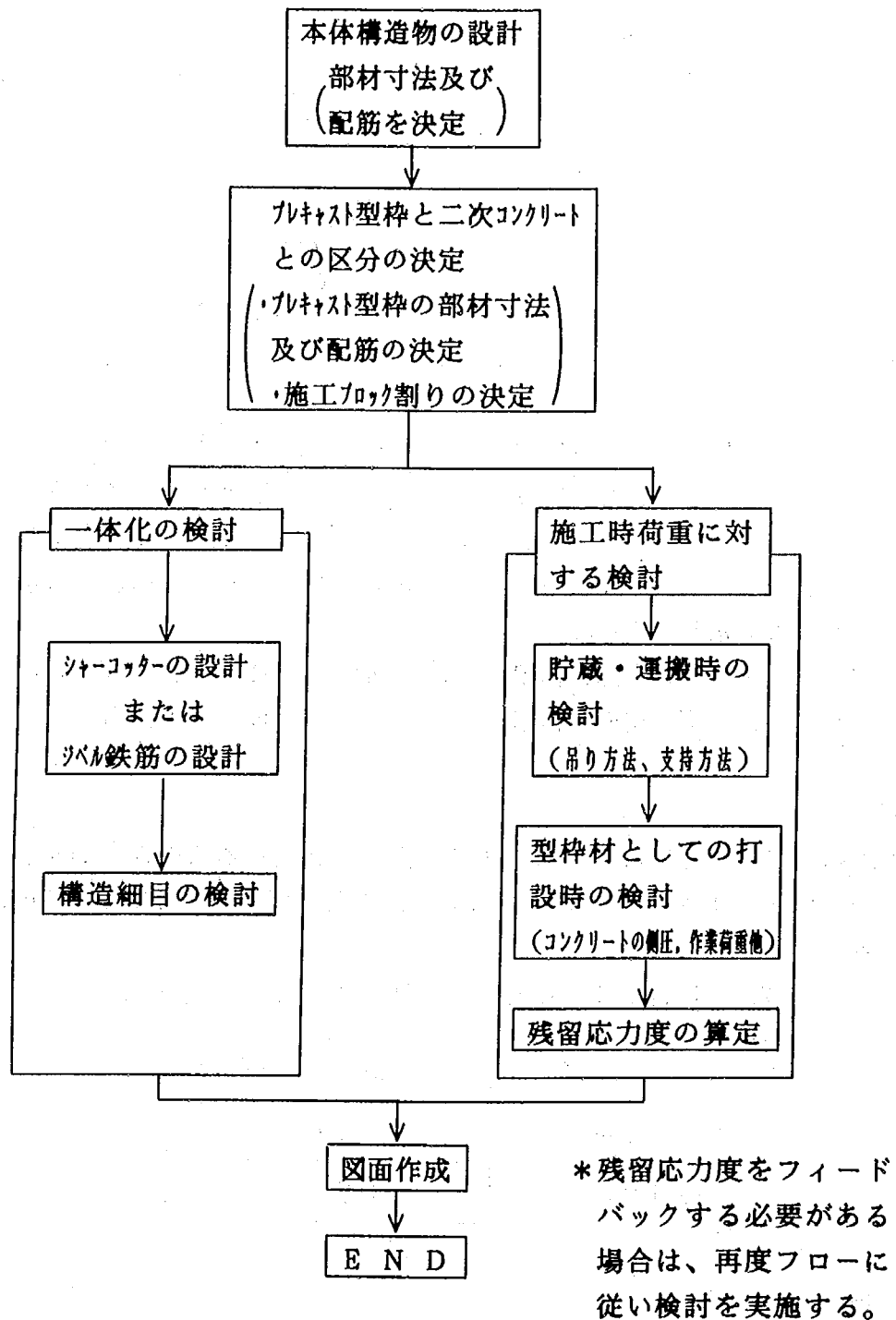


図 6.3.1 全体設計フロー

【解説】

(a) 本体構造物の設計

構造物に要求される機能、設計条件に従って、強度、変形、安定などを検討し、適当な安全度を確保するもので、6.3.2に従って行うものとする。

(b) プレキャスト型枠と二次コンクリートとの区分の決定

本体構造物の設計結果より施工性、経済性などを考慮し、プレキャスト型枠と二次コンクリートとの区分を適切に決定するものである。例えば、D22ctc200 2段配置の場合では、プレキャスト型枠内に 1段、二次コンクリート内に 1段配置するのがよい。

また、プレキャスト型枠と二次コンクリートとの区分を決定するに当たっては、プレキャスト型枠の製造、運搬、据え付けなどを考慮して、適切な厚さ、大きさを選定することが必要である。

(c) 一体化の検討

プレキャスト型枠を本体の一部として用いるためには、二次コンクリートとの一体化を図らなければならない。

この一体化の検討は、6.3.3～6.3.6に従って行うものとする。

(d) 施工時荷重に対する検討

プレキャスト型枠は、製造から二次コンクリート打設後一体をなすまでの、種々の状態で安全であることを確認する必要がある、6.3.8に従って検討をおこなうものとする。

なお、コンクリートの側圧、温度応力、乾燥収縮等によるプレキャスト型枠の残留応力度が問題となるような場合には、これを適切に考慮するか、本体構造物の設計に余裕をもたせる必要がある。

6.3.2 本体構造の設計

(1) 本体構造は、構造物に要求される設計条件に従って設計を行うものとし、各種基準に従って行なわなければならない。

(2) 本体構造物の設計にあたっては、プレキャスト型枠と二次コンクリートのうち、二次コンクリートの材料特性を用いて全体の設計を行えばよい。

【解説】

(2) について

材料特性の異なるコンクリートを一体となった合成断面として用いる場合、例えば、合成げたなどでは、コンクリートの弾性係数比で換算した断面剛性を用いて設計が行われているが、一般に、プレキャスト型枠と二次コンクリートでは、プレキャスト型枠のコンクリート強度が高く、また、プレキャスト型枠の断面積は小さく、プレキャスト型枠が設計上の弱点となることは少ないことから、本設計・施工技術資料(案)では、二次コンクリートの材料特性を用いて全体の設計を行えばよいこととした。

6. 3. 3 一体化の設計

- (1) プレキャスト型枠と二次コンクリートの打継面に作用するせん断力に対してプレキャスト型枠と二次コンクリートの一体性が確保されるように設計しなければならない。
- (2) 打継面は、シャーコッターによりせん断力を伝達する構造か、シャーコッター及びジベル筋によりせん断力を伝達する構造としなければならない。

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠を本体構造の一部として使用するためには、二次コンクリートとの一体性を確保することが重要で、プレキャスト型枠と二次コンクリートの打継面は、部材が終局に至るまで、せん断力の伝達が可能な構造にする必要がある。この打継面における設計は、6.3.4に従い行うものとする。

(2) について

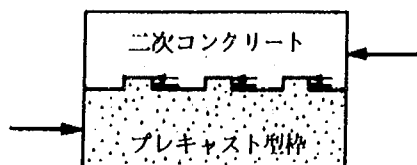
プレキャスト型枠と二次コンクリートの打継面においてせん断力を伝達するメカニズムは、以下の二つに大別できる。

- ・シャーコッターの支圧抵抗によるせん断力の伝達
- ・打継面の摩擦抵抗によるせん断力の伝達

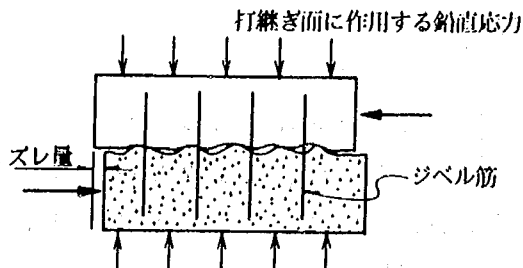
シャーコッターの支圧抵抗は解説 図6.3.1に示すようなメカニズムでせん断力を伝達する。このタイプのせん断伝達耐力はシャーコッターの高さや幅に影響される。また終局まで、打継面のズレをほとんど生じない。

打継面の摩擦抵抗は解説 図6.3.2に示すようなメカニズムでせん断力を伝達する。このタイプのせん断伝達耐力は打継面の凸凹と打継面に直交して作用する圧縮力の大きさに影響される。終局にいたる前に、打継面でずれ、いわゆる「すべりせん断」を生じる。摩擦抵抗を生じさせる圧縮力は、外力かまたは打継面に配置されているジベル筋による。

したがって、プレキャスト型枠を本体の一部として使用するためには、プレキャスト型枠と二次コンクリートの打継面に作用するせん断力に対して、プレキャスト型枠と二次コンクリートの一体性が確保されるようにシャーコッターの形状・寸法及びジベル筋の量を決定しなければならない。



解説図6.3.1 支圧抵抗によるせん断力の伝達状況



解説図6.3.2 摩擦抵抗によるせん断力の伝達状況

6. 3. 4 一体化の設計フロー

プレキャスト型枠と二次コンクリートの一体化を確保するために、打継面は図6. 3. 2に示すフローに従って、設計するものとする。

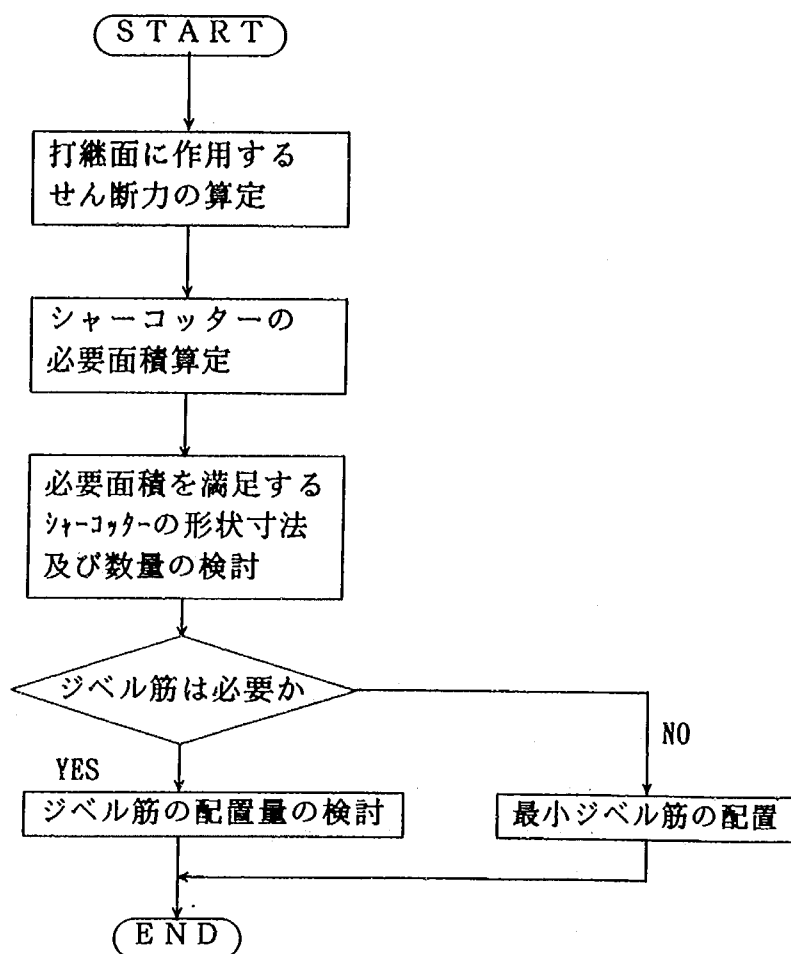


図6. 3. 2 打継面における一体化の設計フロー

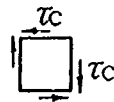
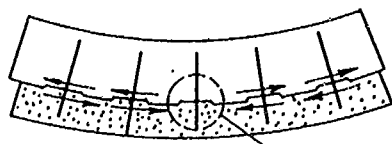
【解説】

設計に際しては、打継面にどれだけのせん断応力を伝達する必要があるか検討しなければならない。プレキャスト型枠の厚さにより異なるが、一般に断面の平均せん断力が、打継面をずらそうとしていると考えてよい。

解説 図6. 3. 3は、外力による断面力を部材内の平均応力として算出した例である。

プレキャスト部材と二次コンクリートに作用するせん断応力 τ_c が許容せん断応力度 τ_{ca} を満足するような打継面をシャーコッター及びジベル筋により構成すれば、打継面でのせん断力を伝達できる。

なお、設計で予期しなかった荷重あるいは多大なくりかえし荷重等も考慮して、シャーコッターのみで一体化が十分確保される場合でも最小ジベル筋を配置するものとする。



$$\tau_c = S / bd < \tau_{ca}$$

ここに、 τ_c : 部材断面の平均せん断応力度
 S : 部材断面に作用するせん断力
 b : 部材断面幅
 d : 部材断面の有効高
 τ_{ca} : シャーコッターの許容せん断応力度

解説図6.3.3 せん断応力の算出方法

6.3.5 シャーコッターの設計

プレキャスト型枠に設けるシャーコッターの必要最小面積は次式により算出する。

$$A_{cc} = Sh / \tau_{ca} \quad (6.3.1)$$

ここに、

A_{cc} : シャーコッターの必要最小面積

Sh : 打継面に作用する水平せん断力

$$Sh = \tau_c \times A_c$$

τ_c : 部材断面の平均せん断応力度

A_c : Sh が作用する面積

$$\tau_c = S / bd$$

S : 部材断面に作用するせん断力

b : 部材断面幅

d : 部材断面の有効高

τ_{ca} : シャーコッターの許容せん断応力度

$$\tau_{ca} = \tau_{cc} / F_s$$

F_s : 安全率 常時=3, 地震時=2

τ_{cc} : シャーコッターのせん断ひびわれ発生強度

$$\tau_{cc} = \alpha \sqrt{fc_2'}$$

α : 一般に2.5としてよい。

fc_2' : 二次コンクリートの圧縮強度

ただし、 A_{cc} には、次式の上限を超えてはならないものとする。

$$(A_{cc} / A_c) < \sqrt{fc_1'} / (\sqrt{fc_1'} + \sqrt{fc_2'}) \quad (6.3.2)$$

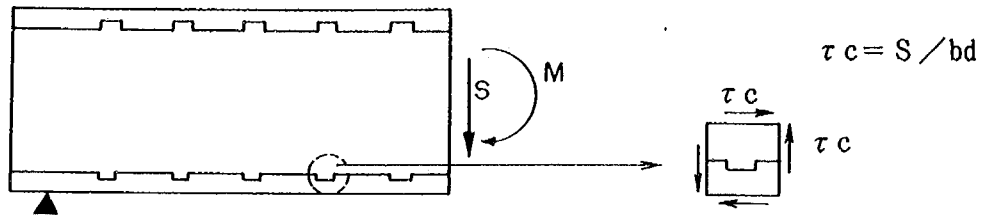
ここに、

fc_1' : プレキャスト型枠のコンクリート圧縮強度

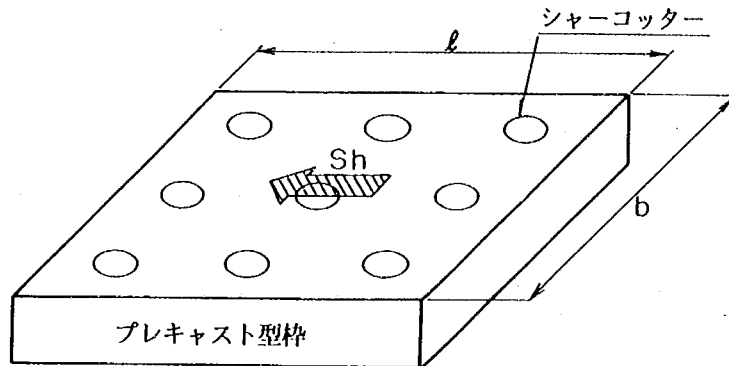
【解説】

部材断面の平均せん断応力 τ_c が、解説 図6.3.4に示すように水平方向にも作用するものとする。

この場合、打継面 $A_c = b \times \ell$ に作用する水平せん断力は、 $Sh = \tau_c \times A_c$ であり、この水平せん断力に対して、シャーコッターを算定すればよいとしたものである。



解説 図6.3.4 打継面に作用するせん断応力



解説 図6.3.5 打継面

シャーコッターのせん断ひび割れ発生強度 τ_{cc} の算出方法については、今回実施した一面せん断試験(解説 表6.3.1)及び松崎、若井(1983)の実験データから統計解析結果として $\tau_{cc} = 2.59 \sqrt{f_{c2}'}$ と表すことができる。この結果をもとに、 $\alpha = 2.5$ として、シャーコッターのせん断ひび割れ発生強度を算定してよいとした。

解説 表6.3.1 一面せん断試験体のせん断ひび割れ発生荷重と計算の比較

試験体	コッター形状	せん断面積 A_c (d)	コッター面積 A_{cc} (d)	コンクリート強度		せん断ひび割れ発生荷重		
				f_{c1}' kgf/ d	f_{c2}' kgf/ d	実験値 (tf)	$2.59 \sqrt{f_{c2}'} A_{cc}$ (tf)	P_{cal}/P_{exp}
PR-2	四角	620	238	497	363	12.0	11.7	1.02
PR-3	円形	620	188	497	363	11.1	9.3	1.19
PR-4	円形	620	188	497	363	9.0	9.3	0.97
PR-5	円形	620	188	497	363	9.5	9.3	1.02
PR-6	円形	620	188	497	363	14.5	9.3	1.56
PR-7	円形	620	188	497	363	12.8	9.3	1.37

6. 3. 6 ジベル筋の設計

(1) プレキャスト型枠と二次コンクリートとの打継面に作用するせん断力が、コンクリートが受け持つせん断力を上回る場合は、作用せん断力に応じて必要なジベル筋を配置しなければならない。

(2) ジベル筋量は次式のせん断伝達力式により算定する。

$$S_s = \beta \cdot \mu \cdot p \cdot f_{yd} \cdot A_c / 1.3$$

(6.3.3)

ここに、 $\mu = 1.1 \sqrt{f'_{cd}} / (p \cdot f_{yd})^{2/3} \leq 0.12 \sqrt{f'_{cd}}$

S_s : ジベル筋によるせん断伝達力

A_c : 打継ぎ面の面積

p : 打継ぎ面におけるジベル筋の鉄筋比

f_{yd} : ジベル筋の設計引張降伏強度

f'_{cd} : コンクリートの圧縮強度

β : 一般に0.6としてよい。

(3) プレキャスト型枠には打継面の面積の 0.1% 以上のジベル筋を均等に配置しなければならない。

(4) ジベル筋の定着長は 15ϕ とする。

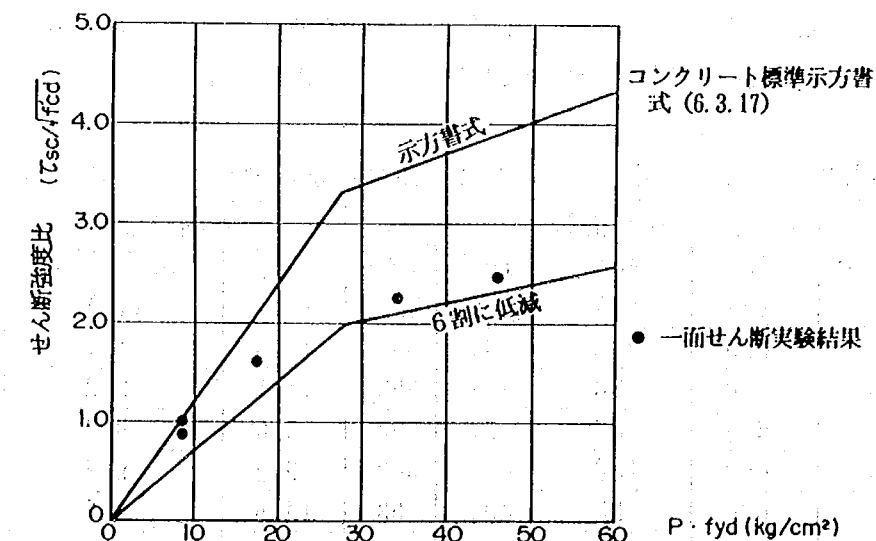
(5) プレキャスト型枠内のジベル筋定着部は主筋を取り囲むように配置することを原則とする。

(6) 簡易継手部のジベル筋の量は、一般部の 1.1 倍程度割り増すものとする。

【解説】

(2) について

一面せん断試験結果から、プレキャスト型枠と二次コンクリートとのせん断伝達力は一体打ちの場合と比較して、0.6～0.92倍となるが、設計上の簡便さから、コンクリート標準示方書のせん断伝達力式を0.6倍に低減して扱うこととした。



解説図 6. 3. 6 打継面の受け持つせん断力とジベル筋比の関係

なお、式(6.3.3)は、コンクリート標準示方書の設計せん断伝達耐力式(6.3.17)より、せん断補強筋の引張力のせん断方向成分による効果を取りだし、ジベル筋が打継ぎ面に対して垂直に配置されることから簡略化したものである。

(3) について

設計で予期しなかった荷重、あるいは多大な繰返し荷重、温度変化の影響、コンクリートの乾燥収縮等に対しても、プレキャスト型枠が二次コンクリートと剥離しないようにすることが重要である。このため、式(6.3.1)で、プレキャスト部分と二次コンクリート部分の一体性がシャーコッターのみで十分確保されている場合においても、打継面の面積の0.1%以上のジベル筋を配置するものとした。

(4),(5) について

既往の研究成果には、プレキャスト型枠の二次コンクリートへのジベル筋による定着方法について直接評価した事例はなく、地中連続壁の本体利用時の連壁と後打ちコンクリートの接合に関する検討が主となっている。

これらのうち、「地中連続壁を利用した合成壁に関する研究」(建築学会梗概集(東北)、1991年、宮田他2名)によると、ジベル筋の先端がストレートの場合で定着長が15φ、フック付きの場合では10φにおいて定着が十分であった事例が示されている。

また、「深い掘削土留工設計法 第4章地下連続壁の本体利用」(1993年、社団法人日本鉄道技術協会)においては、ジベル筋の定着長を12φ以上とすれば良いとされている。

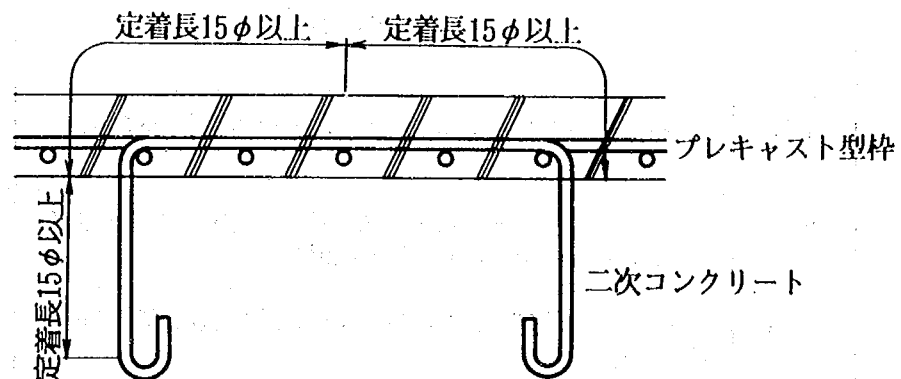
これらのことから、プレキャスト型枠の二次コンクリートへの定着においては、十分な定着を確保することとして、ジベル筋の定着長は15φとした。

施工性の観点から考えれば、ジベル筋は極力短い方が望ましい。このため、実験等で十分な定着が確認されたものについては、定着長を短くしても良いこととする。

なお、プレキャスト型枠側は部材厚が薄く、定着長が確保されているだけでは十分と言えない。このため、プレキャスト型枠内のジベル筋は解説図6.3.7に示すように主筋を取り囲むように配置することとした。

(6) について

6.4.4参照。



解説図6.3.7 ジベル筋の配置(例)

6. 3. 7 継手部の設計

- (1) 主筋の継手方法は、機械式継手のうち、モルタル充填継手を使用することを原則とする。
- (2) 主筋の継手は「鉄筋継手指針 鉄筋継手評価指針（案）」（土木学会）に規定する静的耐力性能A級を有するものを使用しなければならない。
- (3) 継手部の許容引張応力度は、施工等に起因する信頼度を考慮して90%に低減するものとする。

【解説】

(1) について

継手方法には重ね継手、機械継手、圧接など種々の方法があるが、力学的特性、施工性、プレキャスト型枠への適用性等から総合的に判断して、本プレキャスト型枠には機械式継手のモルタル充填継手が適していると判断したものである。

(2) について

本プレキャスト型枠では、応力の大きい大断面にもやむを得ず継手位置を設けなければならないこと、及び継手位置が一断面に集中することが避けられないことから継手は母材鉄筋と同等の力学的特性を持つものを使用することとした。

(3) について

継手の許容応力度は「鉄筋継手評価指針（案）」に規定する静的耐力性能がA級の場合、鉄筋母材の値の100%を期待できるものであり、縮尺模型実験においても100%の結果が得られた。

しかし、鉄筋の継手位置（＝プレキャスト型枠の接合位置）が同一断面に集中することが避けられないため、「鉄筋継手指針 鉄筋継手設計施工基本指針（案）」（土木学会）に準じて、施工等に起因する信頼度に対応して継手の許容応力度を低減した。

解説表6. 3. 2 施工等に起因する許容応力度の低減

区分	施工内容	許容応力度の低減
I 種	施工等に起因する信頼度が高い場合の区分であって、通常の施工管理のもとで確実に継手が所期の性能を発揮し得るもの。	90%
II 種	継手の性能が若干天候の影響を受けたり、検査が必ずしも容易でないが、一般の場合には継手の所期の性能が得られ、かつ継手としての信頼度が高いもの。	80%
III 種	継手の性能が現場の施工管理等にある程度影響されるが、十分な管理を行えば所期の性能が得られるもの。	70%

6. 3. 8 施工時の検討

- (1) プレキャスト型枠は、貯蔵、運搬、据え付け時等の各施工段階の作用荷重に対して、ひび割れが生じないようにしなければならない。
- (2) プレキャスト型枠に生じるコンクリートの引張応力度は、施工時荷重に対して、コンクリートの全断面を有効とした計算で、式(6. 3. 4)により検討するものとする。

$$f_b \leq f_{ba} \quad (6. 3. 4)$$

$$f_{ba} = \alpha \cdot f_{bk} / F_s$$

$$f_{bk} = 0.9 f'_{ck}{}^{2/3}$$

ここに、 f_b : 発生曲げ強度

f_{ba} : 許容曲げ強度

f_{bk} : コンクリートの曲げ強度

f'_{ck} : コンクリートの圧縮強度

F_s : 安全率 ($F_s=3$)

α : 施工時の割増し係数 ($\alpha=1.5$)

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠が二次コンクリートと一体をなすまでの検討を示したもので、施工計画に基づき、適切に作用荷重を考慮する必要がある。

一般には以下に示すような状態があり、解説 図6. 3. 8～6. 3. 11を参考に検討するのが望ましい。

- (a) 製造から現場搬入まで ————— 吊り上げ状態及び貯蔵時の支持方法
- (b) 運搬時 ————— 積載方法及び運搬時の衝撃
- (c) 据え付け時 ————— 据え付け時の吊り上げ時、据え付け後の状態
- (d) 型枠材として使用する状態 ——— 二次コンクリートの側圧及び作業荷重

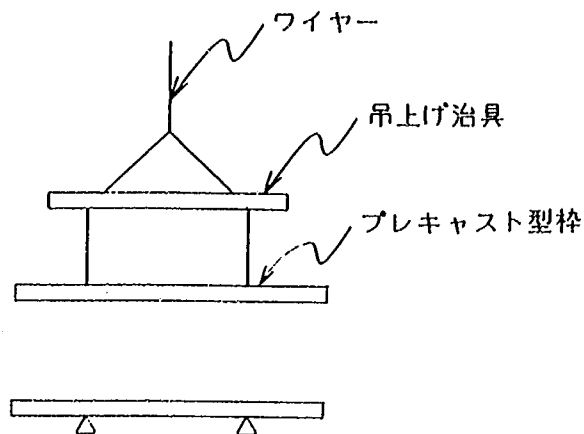
(2) について

施工中の荷重に対して、プレキャスト型枠内の鉄筋に極力残留応力を生じさせないようにしたものである。

プレキャスト型枠の吊り位置、貯蔵時の支持位置、及びセパレーターの配置間隔は、式(6. 3. 4)により決定しなければならない。

なお、設計基準強度と曲げ強度の関係式は通常のコンクリートを対象としており、特殊なコンクリートを用いる場合で信頼できる関係式がある場合、それらを用いてもよい。

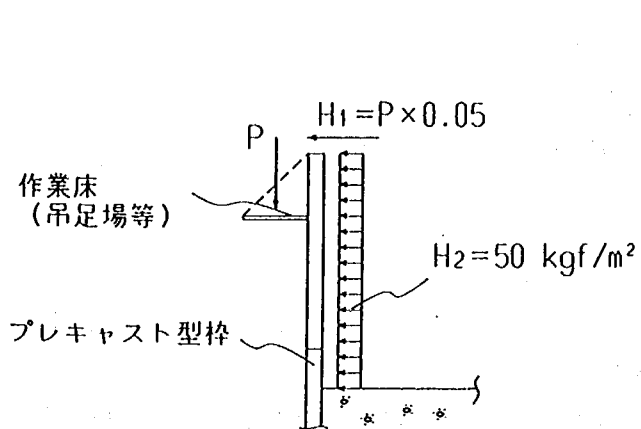
なお、コンクリートの設計基準強度と曲げ強度の関係式は通常のコンクリートを対象としており、高強度コンクリートや特殊なコンクリートには適用できない。その場合には、直接、試験により曲げ強度を求めるか、予め圧縮強度と曲げ強度の関係式を求めておく必要がある。



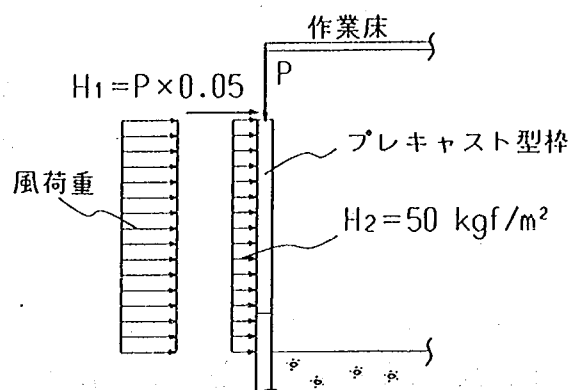
・プレキャスト型枠には吊り上げ時にワイヤの水平分力が作用しないように必ず治具を介して吊り上げるものとする。

・プレキャスト型枠自重 $Wp=2.7 \text{ tf/m}^3$

解説 図6.3.7 吊り上げ時及び貯蔵時

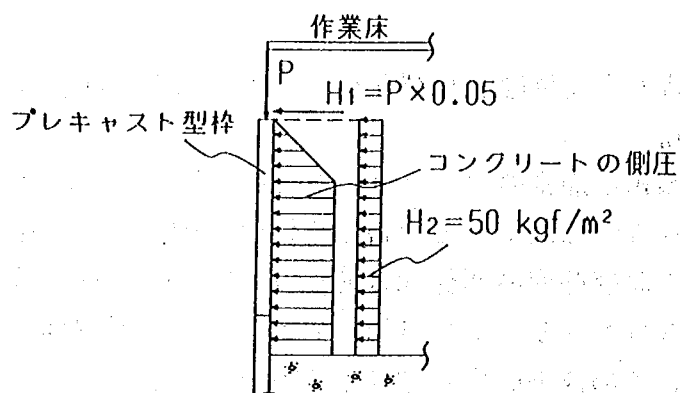


解説 図6.3.8 鉄筋建込時の状態



・作業荷重がプレキャスト型枠に作用する場合は上図のように考慮する。
・設置期間中に風の影響を大きく受ける場合は上図のように考慮する。

解説 図6.3.9 据え付け後の状態
(コンクリート打設前)



解説 図6.3.10 コンクリート打設時

6. 4 構造細目

6. 4. 1 かぶり

(1) かぶりは、コンクリートの品質、鉄筋直径、環境条件、施工誤差、構造物の重要度等を考慮して定めなければならない。

(2) かぶりの最小値は、式(6. 4. 1)による値とする。ただし、鉄筋直径以上とする。

$$c_{min} = \alpha \cdot c_o \quad (6. 4. 1)$$

ここに、 c_{min} : 最小かぶり

α : コンクリートの設計基準強度 f'_{ck} に応じ、次の値とする。

$$\begin{aligned} f'_{ck} \leq 180 \text{ kg f/cm}^2 \text{ の場合} & \quad \alpha = 1.2 \\ 180 \text{ kg f/cm}^2 < f'_{ck} < 350 \text{ kg f/cm}^2 \text{ の場合} & \quad \alpha = 1.0 \\ 350 \text{ kg f/cm}^2 \leq f'_{ck} \text{ の場合} & \quad \alpha = 0.8 \end{aligned}$$

c_o : 基本のかぶりで、部材の種類に応じて表6. 4. 1の値とする。

表6. 4. 1 c_o の値(cm)

部材	スラブ	はり	柱
環境条件			
一般の環境	2.5	3.0	3.5
腐食性環境	4.0	5.0	6.0
特に厳しい腐食性環境	5.0	6.0	7.0

ただし、表6. 4. 1の値は点検で容易でかつ補修も比較的簡単な場合を対象としている。

【解説】

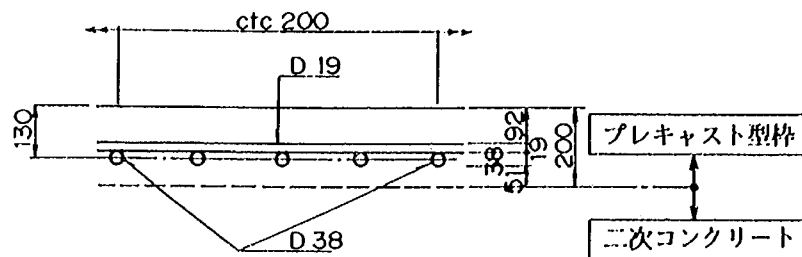
日本コンクリート工学協会「鉄筋コンクリート構造物の耐久性に関する考え方」(JCI-C24、1991)には、部材ごとに、劣化深さが等価かぶり厚さ以下であることを確かめることにより、鉄筋コンクリート構造物の耐久性の検討を行う方法が提案されている。この方法に準拠し、参考までに、環境条件を東京近郊の海岸地域として水セメント比を38%、設計耐用期間50年とした場合に約7.1cmとなる。一方、日本コンクリート工学協会海洋コンクリート構造物の防食指針(案)・改訂版(1990)によると、海洋構造物の場合必要とされるかぶりは10cm以上となる。

これらの数値は、土木学会コンクリート標準示方書〔設計編〕(1991)の数値とほぼ同じであり、プレキャスト型枠のかぶりは、土木学会標準示方書に準拠することとした。

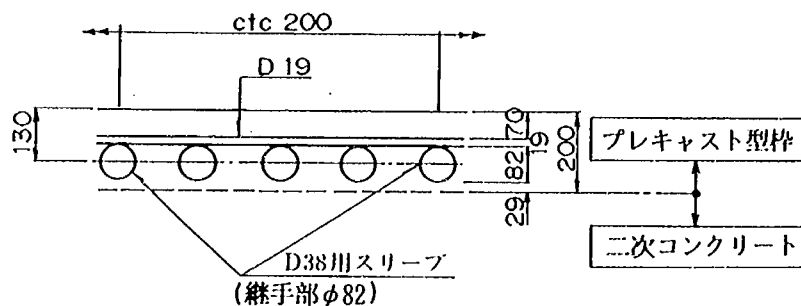
ただし、土木学会コンクリート標準示方書では、工場製品についてはかぶりの20%の低減を認めているが、この設計・施工技術資料(案)では当面この緩和規定を適用しないこととする。また、プレキャスト型枠の目地部では、シーリング材はかぶりから除くが、充填材はかぶりとして考慮してよいこととする。

なお、プレキャスト型枠を用いた構造物においては、継手部の帯鉄筋や配力筋のかぶりが最小となるため、解説図6. 4. 1に示すような配慮が必要である。

【一般部】



【継手部】



解説 図6.4.1 鉄筋の配置 (例) (柱…特に厳しい腐食性環境)

6. 4. 2 鉄筋のあき

- (1) 鉄筋のあきは、2 cm以上、鉄筋の直径以上とする。
- (2) 鉄筋のあきは、粗骨材の最大寸法の4/3倍以上とする。

【解説】

(1)、(2)について

土木学会コンクリート標準示方書では、鉄筋のあきを次のように規定している。

- ① はりにおける軸方向鉄筋の水平のあきは、2cm以上、粗骨材の最大寸法の4/3以上鉄筋の直径以上としなければならない。
- ② 柱における軸方向鉄筋のあきは、4cm以上、粗骨材の最大寸法の4/3以上、鉄筋の直径の1.5倍以上としなければならない。
- ③ 工場製品は、鉄筋のあきは鉄筋の直径以上、粗骨材の最大寸法の5/4倍以上としなければならない。

これらの規定を勘案し、この設計施工技術資料(案)ではプレキャスト型枠の鉄筋のあきの標準値を示した。

なお、製造管理が十分に行われている場合については、工場製品の規定に従って鉄筋のあきを確保すればよい。

ただし、6.4.2の規定は比較的製造が容易な構造に適するものであり、製造の際にコンクリートを縦打ちする場合など、締め固めが比較的難しいものは充填性を考慮して、鉄筋間隔を広げること検討しなければならない。

6. 4. 3 シャーコッター

シャーコッターの高さと長さの比 (h/l) は0.25以上としなければならない。

また、シャーコッターの傾き θ は、 30° 以上とする。

プレキャスト型枠

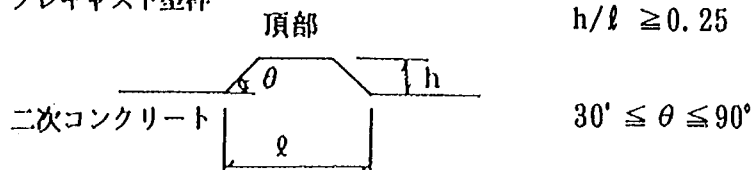
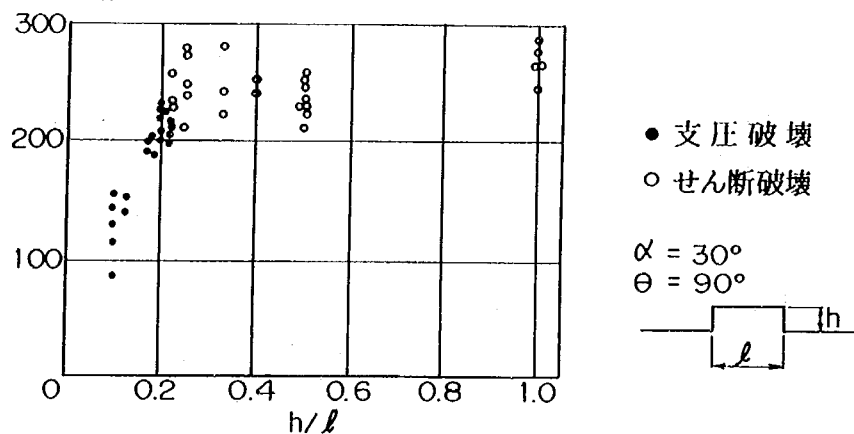


図6.4.1 シャーコッターの形状

【解説】

シャーコッターの高さを小さくしたり、高さに対して直径を大きくし過ぎると、支圧破壊を起こすことが既往の研究（後藤、長滝、1976）により、明らかになっている。解説 図6.4.2によれば、せん断破壊をするか支圧破壊をするかは、高さと直径の比 h/l をパラメータとして表せ、 $h/l > 0.2$ であればせん断破壊することが示されている。今回実施した一面せん断試験で、 $h/l = 0.25$ であればせん断破壊することが確認されていることから、 $h/l \geq 0.25$ とした。

$$\sigma_d = \frac{P \cos \alpha}{nwd} \quad (\text{kg/cm}^2)$$



解説図6.4.2 シャーコッターの形状の相違による破壊様式

6. 4. 4 鉄筋の継手

- (1) 主筋の継手は、機械式継手のうちプレキャスト型枠接合部における力学的特性等に優れたモルタル充填継手を使用し、その表面をシーリング材でシーリングすることを原則とする。
- (2) 帯筋の継手は、地震時に所用のじん性率が要求される場合やせん断力で部材断面及び鉄筋が決定される場合を除き接合部の施工が容易で、継手性能の期待できる簡易継手を使用してもよい。
- (3) 帯筋の継手筋は、継手長 35ϕ を確保し、半円形フックを用いて定着することを原則とする。

【解説】

(1) について

モルタル充填継手とは、機械式継手のうち継手部に配置したスリーブ内に高強度無収縮モルタルグラウトを充填して継ぐものである。

(2),(3) について

施工の合理化を図るために新しい簡易継手を提案したものである。

この新しい継手方法については、梁形供試体で継手性能試験を実施し、鉄筋とコンクリートの応力伝達に必要な鉄筋長さは、鉄筋の降伏以下の荷重を対象とする場合は 25ϕ （ ϕ ：鉄筋径）、鉄筋の破断までの荷重を対象とする場合は 35ϕ で十分なことが確認されている。

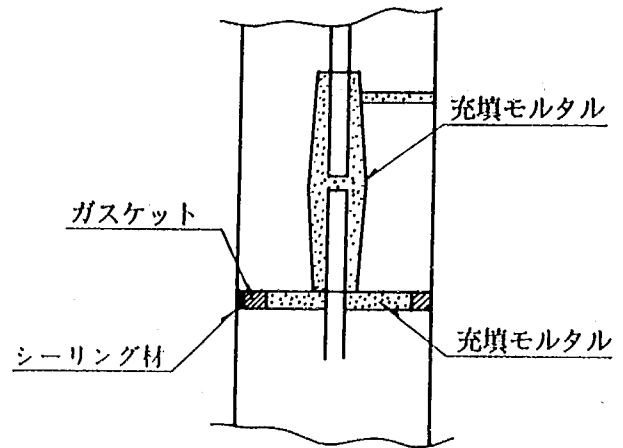
このことから、曲げ性能で断面が決定される場合については、解説図6.4.4に示す簡易継手を用いてもよいこととした。

ただし、簡易継手部における二次コンクリートの充填性等については、外部から観測できないこともあり、簡易継手部のジベル筋量を一般部の1.1倍程度割り増しするものとする。

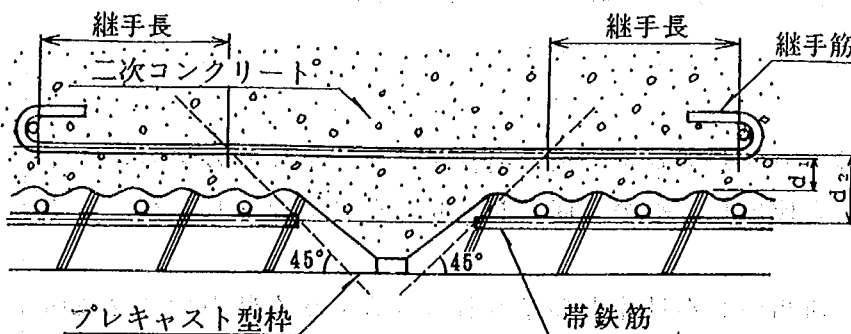
なお、せん断力が卓越する部材では、繰り返し荷重によるプレキャスト型枠の鉛直接合部の開きが懸念される。この場合は実験棟で十分に安全性を確認するか、プレキャスト型枠の帯筋に一体性を持たせる必要がある。

また、所用のじん性率が要求される部材では、帯筋を密に配置して二次コンクリートの拘束と主筋の拘束（座屈防止）を図る必要がある。したがって、鉛直目地を設けずに帯筋に一体性を持たせるものを用いる。

なお、実験等により所用のじん性率が確認された場合には、このような部材においても簡易継手を用いてもよい。



解説図6.4.3 主筋の継手形式（例）



$$d_1 \geq |G_{max} \cdot \phi|_{max}$$

$$d_2 \leq 5.5\phi$$

（共同研究実験より）

ここに、

d_1 : 継手筋とプレキャスト型枠との距離

d_2 : 継手筋と配力筋の中心間距離

G_{max} : 粗骨材の最大寸法

ϕ : 鉄筋直径

解説図6.4.4 簡易継手の配筋法

6. 4. 5 スターラップ

- (1) スターラップを配置する必要がある場合は、ジベル筋と同様に主筋を取り囲むように配置しなければならない。
- (2) スターラップの継手は、ネジ式継手を用いてもよい。

【解説】

(2) について

プレキャスト型枠より突出する鉄筋本数が多い場合や、突出長さが長い場合には、プレキャスト型枠の運搬、据え付け等、非常に施工性が悪いものとなる。

このため、スターラップの継手には、ネジ式継手を用いてよいこととした。

なお、ネジ式継手を用いる場合は、土木学会、鉄筋継手指針に従い設計しなければならない。

6. 4. 6 帯鉄筋、中間帯鉄筋

- (1) 帯鉄筋、中間帯鉄筋の配置は本体の設計による。
- (2) 簡易継手を用いない場合やプレキャスト型枠製造上必要となる鉄筋の継手は、フック付き重ね継手または溶接継手とする。
- (3) 中間帯鉄筋の継手はネジ式継手を用いてもよい。

【解説】

(2) について

継手の詳細については、「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧仕様及び復旧仕様の解説（案）平成7年2月」等を参照のこと。

(3) について

スターラップと同様とした。

なお、ジベル筋の片側をネジ式継手でつなげた鉄筋を配置することにより、中間帯鉄筋とすることができる。

6. 4. 7 目地

(1) 目地には、水平目地と鉛直目地があり、各接合部において要求される機能を十分満足する目地構造とする必要がある。

(2) 水平目地の構造

水平目地の構造は図6.4.2を標準とし、目地部でプレキャスト型枠の製品誤差や施工誤差を吸収するものとする。

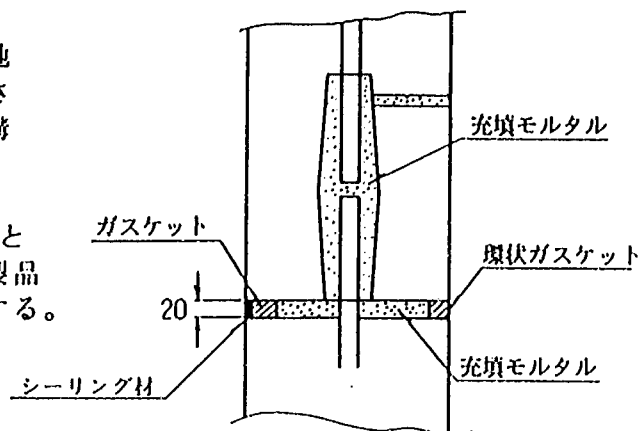


図6.4.2 水平目地の構造（標準）

(3) 鉛直目地の構造

鉛直目地は、図6.4.3を標準とし、二次コンクリート漏出防止のためにシーリング材を設けることとする。

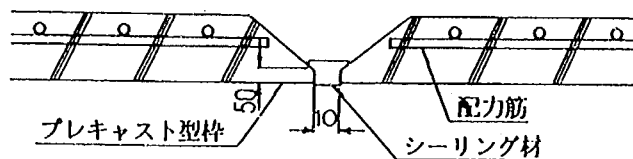


図6.4.3 鉛直目地の構造（標準）

【解説】

(2) について

水平目地の機能として以下の事項が挙げられる。

- ① 圧縮応力を伝達する。
- ② 鉄筋の腐食を防止する。

これらの機能を満足し、かつ、施工性が容易な目地構造とした。

水平目地は、厚さ2.0cmを標準とし、この空間の及びスリーブ内に無収縮モルタルを充填する。なお、プレキャスト型枠の鉛直方向の製品誤差や施工誤差は、同部位で吸収するものとする。

ガスケットは鉛直方向の誤差を吸収するには有効であるが、設置精度が悪いと水平目地位置で断面欠損を生じる場合がある。このため設置に当たっては、8章「構造物の施工」に規定する設置精度を確保する必要がある。

ガスケットは鉛直方向の誤差を吸収するには有効であるが、設置精度が悪いと水平目地位置で断面欠損を生じる場合がある。このため設置にあたっては、8章「構造物の施工」に規定する設置精度を確保する必要がある。

(3) について

鉛直目地の機能としては、かぶりコンクリートと同時に鉄筋防食機能を保持させる必要がある。

この機能を満足する目地構造は、設計上空目地とし、二次コンクリート漏出防止のためにシーリング材を設けることとした。

また、二次コンクリートが充填しやすいように、プレキャスト型枠内側にテープをつける構造とし、施工誤差を吸収するため目地部の間隔は1.0cmを標準とした。

7 章 プレキャスト型枠の製造

7章 プレキャスト型枠の製造

7. 1 総則

- (1) プレキャスト型枠の製造は、原則として、製造工場で行うものとする。
- (2) プレキャスト型枠の製造は、製品規格、使用コンクリートの強度規定並びに部材の品質・耐久性を確保できるように行う。

【解説】

(1) について

製造工場とは、いわゆるプレキャストコンクリート製造工場であり、製造工程が一して管理されている工場、プレキャストコンクリート製品を製造するための製造基準や品質管理基準を備えている工場である。

この設計・施工技術資料において、製造工場での製造を基本とした理由は下記による。

- ① 要求されるプレキャスト型枠の精度を確保するために、製造管理体制が確立されている製造工場での製造が適切である。
- ② 現場製造の場合、促進養生設備など製造設備を整えるための仮設費が多額である。
- ③ 現場製造の場合、プレキャスト型枠を製作するための作業スペースを確保することが困難な場合が多い。

ただし、製造工場からの運搬が困難な場合や製造ヤードが確保できる場合などで、十分な製造管理が行なえる場合は、現場製造を認めるものとする。

(2) について

プレキャスト型枠は、現場に搬入して組立を行うことから、製品として所定の品質が要求される。また、プレキャスト型枠は、現場に納入するまでの過程において部材にひび割れや破損を与えないために、7. 3で後述するように「脱型時強度」、「出荷時強度」についても満足する必要がある。

なお、部材の品質・耐久性については、設計で要求される品質を満足するものでなければならない。プレキャスト型枠においては、管理状態が優れていることを前提として、鉄筋の配置や鋼材、継手位置を設けている。このことを念頭において製造しなければならない。

7. 2 製造工場の選定

製造工場は、プレキャスト型枠の所要の品質が確保できる工場設備を有しているとともに、品質管理体制が確立している工場とする。

【解説】

プレキャスト型枠の品質及び精度確保の観点から、品質管理体制が確立されている工場を選定することが望ましい。

このため工場には、コンクリート主任技士、コンクリート技士などの資格をもつ技術者、工場製品関係の協会で指定した製造管理士認定制度のある工場では、その資格をもつ技術者が常駐していることが望ましい。

7. 8 プレキャスト型枠の強度

7. 8. 1 コンクリートの設計基準強度及び各種強度

- (1) プレキャスト型枠の強度は、材齢 14 日で管理し、かつ製品と同様に製造、養生した供試体の圧縮強度を基準とする。
- (2) 製造工程における脱型時のコンクリートの圧縮強度、出荷時のコンクリートの圧縮強度は所要の値を満足しなければならない。

【解説】

(1) について

この設計・施工技術資料で対象とするプレキャスト型枠は、構造体の一部を構成するもので構造物に生じる荷重を負担するので、当該構造物の設計基準強度を満足するものでなければならない。しかし、運搬・施工時の耐荷性、歪量の制限、プレキャスト型枠の重量制限などによりプレキャスト型枠の設計基準強度としては、 400kgf/cm^2 程度が多い。

通常、製造工場では促進養生が行われることが多く、コンクリートの強度発現は早い。が、材令に伴う強度の増加があまり期待できないこと、製造工場での養生時間は2週間程度が多いことから、製品と同様の条件で製造・養生した供試体の材齢 14 日における圧縮強度を基準とした。

(2) について

プレキャスト型枠は、脱型から出荷に至るまでの運搬などの作業の際にひび割れや破損が生じないように脱型時強度、出荷時強度を定める必要がある。これらの強度は、製造者が過去の実績や発生応力度の計算値などを考慮して定めるのがよい。また、製造者は、部材養生した供試体の圧縮強度による管理のほかに、曲げ強度による確認を行うことが望ましい。

脱型時強度は、型枠からプレキャスト型枠をはずし、吊り上げて所定の保管場所に移動するために必要な強度である。JASS10では、脱型時の所要強度は、ベッドを傾斜させないで部材だけを片側から立て起こす場合には平均 120kgf/cm^2 、ベッドを $70\sim 80^\circ$ まで立て起こしてから吊り上げる場合には約 $80\sim 100\text{kgf/cm}^2$ 程度と記載されている。

また、出荷時強度は、製造工場から現場へ運搬に必要な強度値である。通常は製造後 14 日の養生期間をおいて、設計基準強度を確認の後に出荷する。この場合は、出荷時強度は設計基準強度の確認で代用できる。ただし、出荷が材齢 14 日より前となる場合、出荷時強度及び保証材齢は、運搬途中の振動、現場での吊り上げや取扱い（吊り上げ方法、重ね積み数）などを考慮し、製造者と施工者が協議して決定することもできる。

7. 4 鉄筋及び埋込み金物などの設置

- (1) 鉄筋及び継手などの加工及び組立ては、製造図に従って材料が所要の品質を確保できるように行うものとする。
- (2) 鉄筋及び継手などの埋込み金物は、スペーサなどを用いて正確に配置し、コンクリートの打込みが完了するまで移動しないように固定する。
- (3) 鉄筋の交点の要所は、直径0.5mm以上の焼なまし鉄線または適切なクリップで緊結することを原則とする。
- (4) プレキャスト型枠の運搬、建込み等に必要な吊り込み用の金物は、その位置を事前に検討するとともに、必要な補強をしなければならない。

【解説】

(1) について

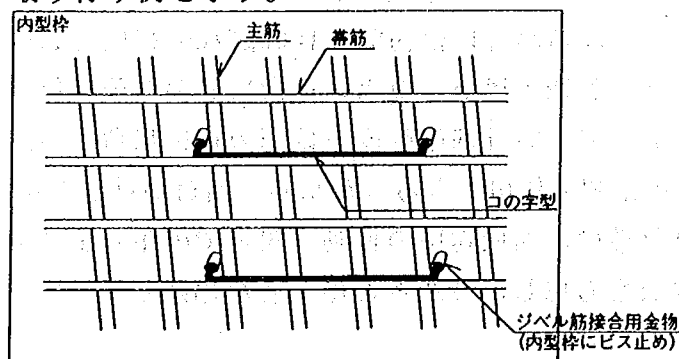
鉄筋や埋込み金物の配置は、通常のプレキャスト部材と同様に型枠を組立てた後、型枠底面（ベッド）側にジベル筋接合用金物を入れ、次に版厚中央にある主筋接合用スリーブなどを周辺枠に取り付けることとなるが、鉄筋の位置を配慮し、部材製作図などで取り付け順序を確認する。

なお、埋込み金物類は、鉄筋のかぶり深さを浸す場合には、防錆処理を行わなければならない。

(2) について

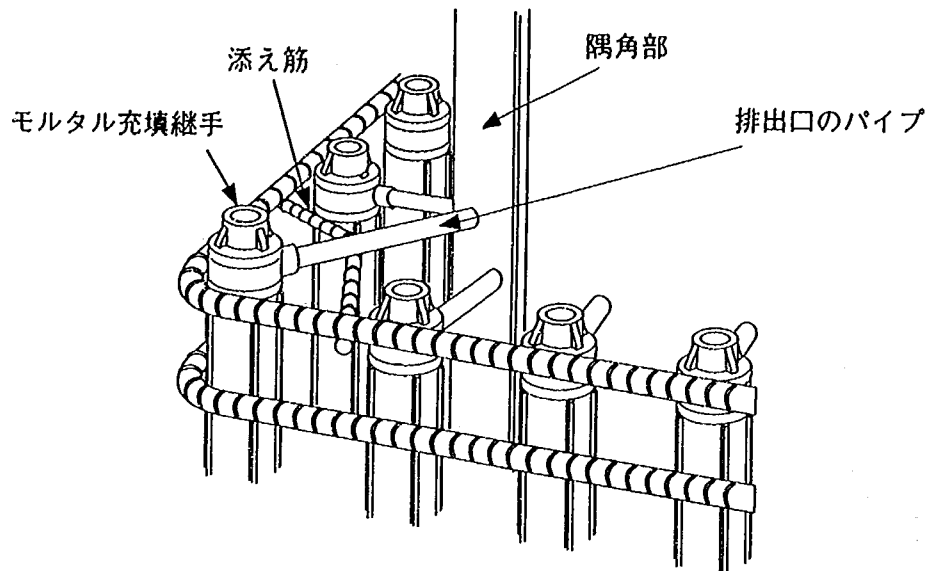
鉄筋の組立は、部材製作図に従って型枠内の所定の位置にスペーサを用いて正しく配置する。スペーサの位置及び数量については検討を必要とする。

特に継手スリーブと継手部鉄筋は高い精度を必要とするため、プレキャスト型枠組立て時から入念な検討が必要である。また、ジベル筋接合用金物は、コの字型とし主筋を取り囲むことが望ましい。しかし、コの字型にすると両端を型枠にビス止めとなり設置に手間がかかるため、L型とし片端を型枠にビス止めし他端を主筋に緊結させる方法も考えられる。この場合、ジベル筋接合用金物の定着について実験が必要である。解説図7.4.1にジベル筋の取り付け例を示す。



解説図7.4.1 ジベル筋接合用金物の取り付け方法の一例

モルタル充填継手スリーブの注入口、排出口のパイプの固定、特にボックス形状の型枠の隅角部は、パイプが長くなるので、必要に応じて添え筋などで補強することが望ましい。解説図7.4.2にモルタル充填継手スリーブ（隅角部）の注入口、排出口のパイプの固定の一例を示す



解説図7.4.2 継手スリーブ（隅角部）の注入口、排出口のパイプの固定の一例

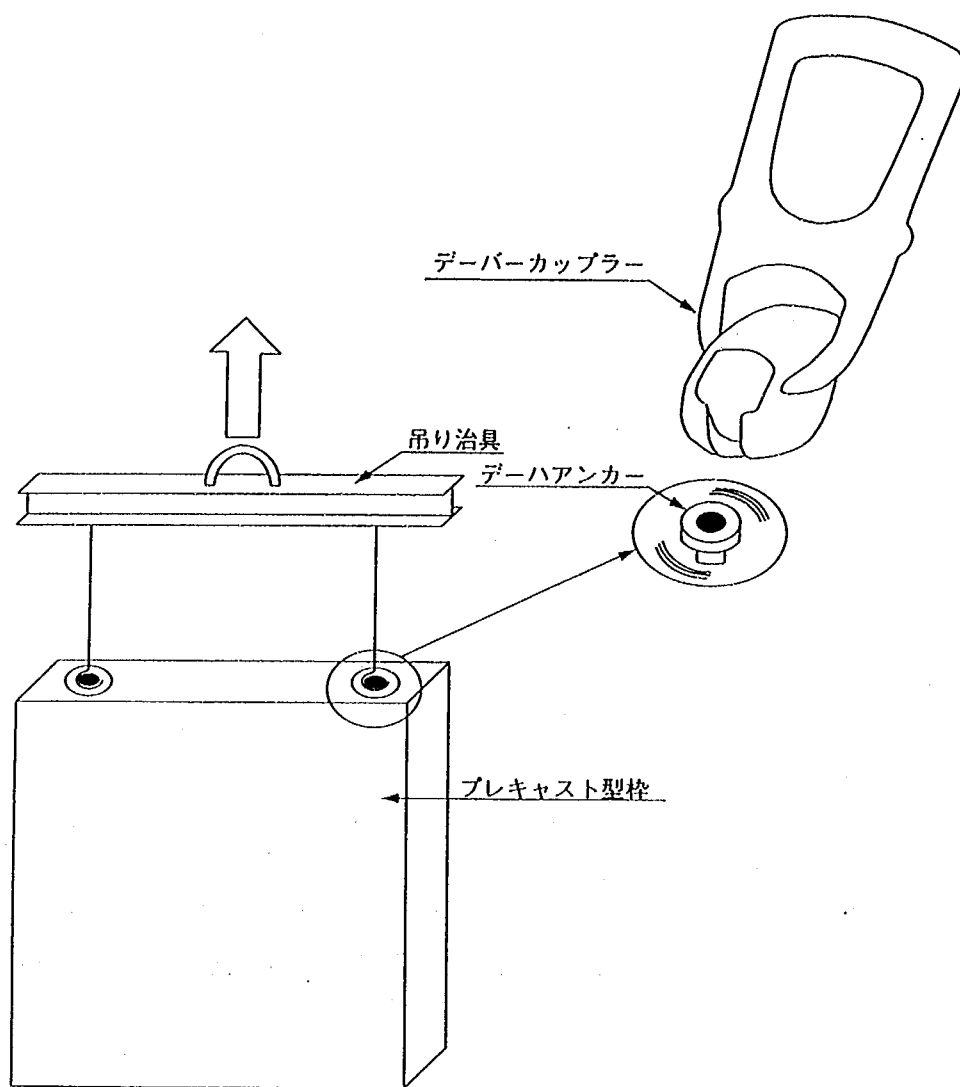
なお、従来工法による鉄筋コンクリート構造に本工法を接続する場合、従来工法の鉄筋も高精度に配置する必要があるため、特殊な治具などを用いて、所要の精度を確保することが望ましい。

(3) について

鉄筋の固定、緊結については、焼なまし鉄線またはクリップを用いることを原則とした。点溶接を行なう場合、過電流によるアンダカット等の恐れもあるため、十分な品質管理を実施する場合のみ認めるものとした。

(4) について

吊り込み用金物は、プレキャスト型枠の製造時の脱型、運搬、保管、建込み等の多くの用途、姿勢で使用される。このため、事前に統合的にその配置を検討し、その個数を減らすのが合理的である。また、金物の補強もプレキャスト型枠の姿勢、荷重の方向を考えて補強しておく必要がある。解説図7.4.3に吊り込み用金物の一例を示す。



解説図7.4.3 吊り込み用金物の一例

7. 5 型枠

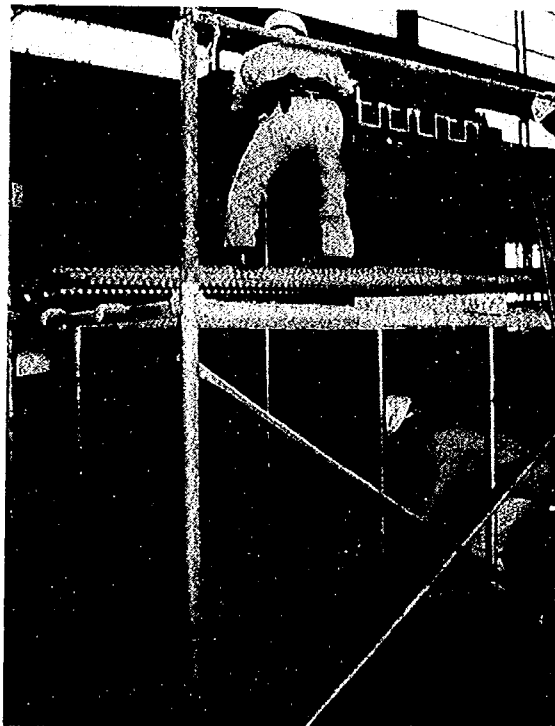
- (1) 型枠は十分に清掃し、反り・ねじれなどがなく、寸法を正しく保つように組立てる。
- (2) プレキャスト型枠は、二次コンクリートとの一体性を確保するためにシャーコッター及びジベル筋が配置されていることから、型枠はこれらを正しく配置できるものとする。

【解説】

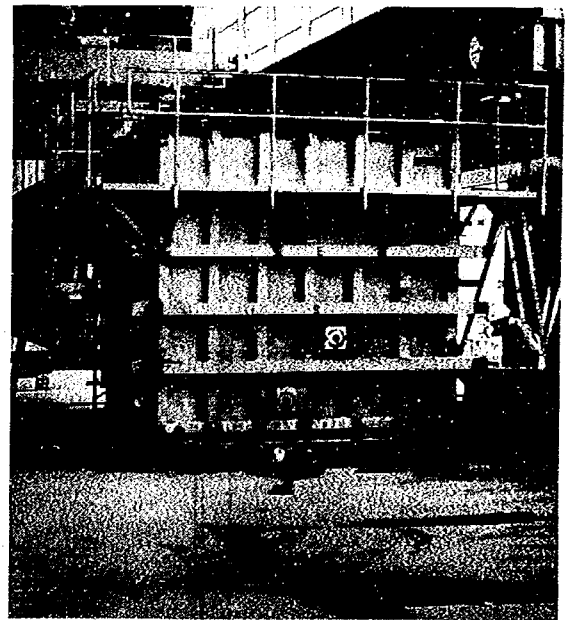
(1) について

通常、型枠はプレキャスト型枠の寸法精度を確保でき、繰り返し使用に耐えられるものとする。

また、型枠の清掃は、コンクリートのペーストなどをていねいに取り除き、はく離剤を塗り残しがないよう適切に塗布する。はく離剤については、コンクリートの仕上げに影響したり、色むらの原因となることから、加熱促進養生などの製造方法に従って適切なものを選定する必要がある。



内型枠全景



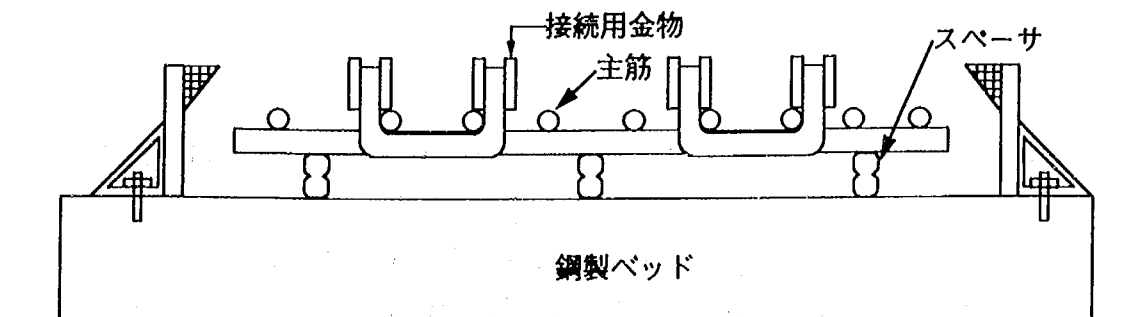
外型枠全景

(2) について

プレキャスト型枠を製造する場合のコンクリートの打設方法は、製造工場の設備状況によるが、平打ち（平板状の型枠に打設）する方法と縦打ち（壁状の型枠に打設）する方法がある。平パネル及び曲面パネルの型枠について、以下にその一例を挙げる。

①平パネルの型枠

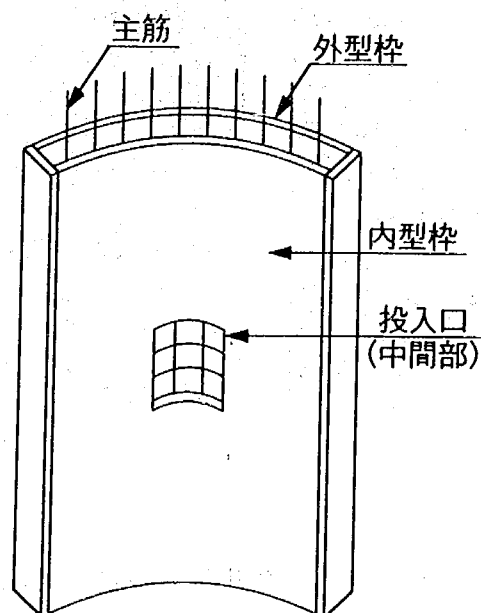
平パネルは、平打ちの型枠を用い、所要量のコンクリートを打設した後に、シャーコッターパターンを有した治具を上面より押しつける。ジベル筋の設置については、保管時及び運搬時を考慮して、解説図7.5.1に示すようにジベル筋の接続用の金物をコンクリート内に埋設しておき、現場においてジベル筋を接合する方法が考えられる。



解説図7.5.1 平パネルの型枠の一例

②曲面パネルの型枠

曲面パネルの型枠の一例としては、解説図7.5.2に示すように縦置きして組み立てる。最初に内側（コッター側）を設置し、鉄筋及びジベル筋を所定の位置に取り付けた後（ジベル筋の部分は脱型を考慮してゴム型枠とする）、外側を組み立て固定する。コンクリートの投入は、型枠の天端から行うが、型枠の高さが高いときには中間部に投入口を設け、ここから所定の高さまで打設するものとする。



解説図7.5.2 曲面パネルの型枠の一例

7. 6 コンクリート工

7. 6. 1 プレキャスト型枠に用いるコンクリート

プレキャスト型枠に用いるコンクリートは、所要のワービリティ、強度及び耐久性を有するものを使用しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠に用いるコンクリートは、フレッシュコンクリート時には、流動性、分離抵抗性、打込み・締固め性、仕上げ性など所要の品質の確保が必要である。特に、型枠の形態や配筋状態、埋込み金物などの状態と締固め方法を考慮して、十分な充填が確保できるワービリティを有するものでなければならない。

平パネルの打込みは、通常、工場ではスランプ8cm程度の硬練りのコンクリートで行われている。ただし、曲面パネル（縦打ち）については、硬練りのコンクリートでは充填性の確保が困難であると考えられることから、流動性の大きいコンクリートを採用するなど事前に十分な検討が必要である。一例としてスランプ18cmのコンクリートでの製造実績がある。

また、空気量については、凍結融解抵抗性などが要求される場合はAEコンクリートとするが、表面に気泡が発生する恐れがある。従って、凍結融解抵抗性が不要でない場合には検討の上プレーンコンクリートとすることができる。

硬化後において、強度はプレキャスト型枠と同一の製造、養生を行った供試体の圧縮強度が7.3.1の規定を満足していなければならない。また、耐久性については、構造物の環境条件、供用期間などに適合するものでなければならない。

7. 6. 2 コンクリートの製造・打込み

- (1) コンクリートに用いる材料の計量は重量による。ただし、水及び化学混和剤は、容積で計量してもよい。なお、各材料の計量誤差は、JIS A 5308「レディミクストコンクリート」の「材料の計量」に規定されている値以内とする。
- (2) コンクリートの練混ぜは、各材料が分離しないように均一に行う。
- (3) 練り混ぜられたコンクリートの運搬は、均一性を保持した状態で行う。
- (4) コンクリートは、プレキャスト型枠に欠点が生じないように打込み、振動機などを用いて密実に締固める。

【解説】

(1)、(2)について

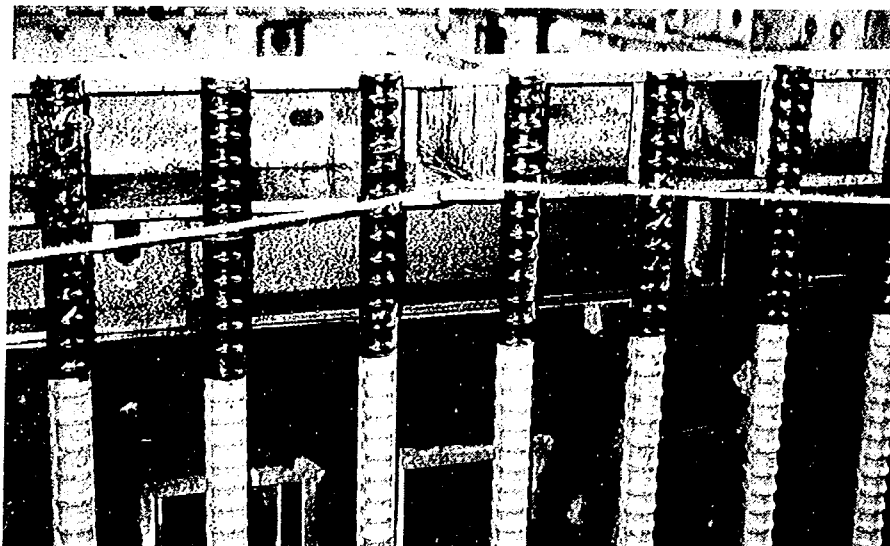
製造工場の場合、コンクリートの入手方法としては、工場内プラントによる製造供給と、生コン工場からの供給が考えられる。試験練りによって同一の製造、養生条件で、いずれの場合も所要の品質のコンクリートが得られることを事前に確認する。

(3)について

製造工場内で打込む位置までのコンクリート運搬は、運搬中に有害な振動を与え材料分離を起こさない方法であることが重要である。運搬方法はコンクリートの供給方法によるが、ホイストやフォークリフトを利用する方法や、レール走行式バケットを利用する方法などがある。

(4)について

コンクリートより突出する鉄筋上端部には、打設時にコンクリートが付着することのないようにビニールテープなどを巻き付け養生して置く必要がある。

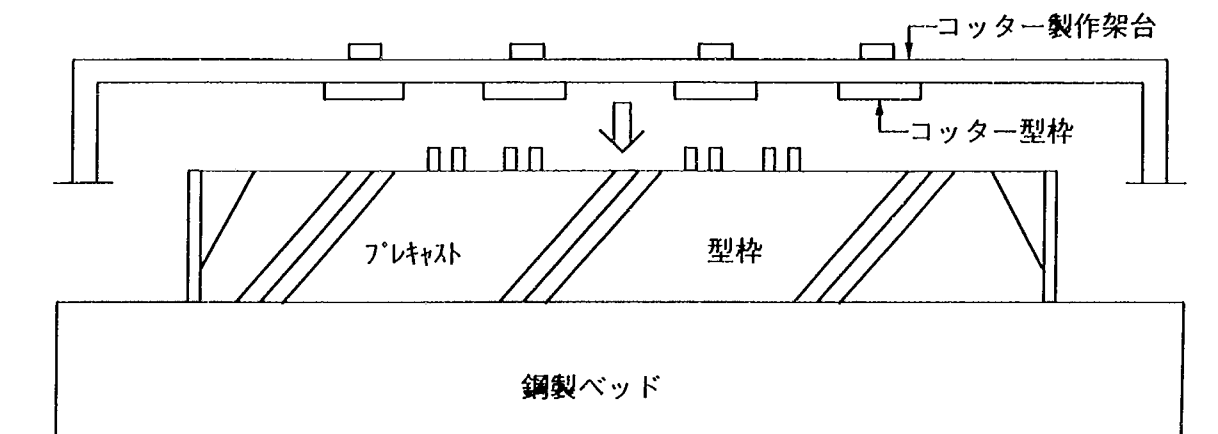


鉄筋上端部の養生状況

①平パネルの場合

平パネルの打込みは、材料分離を防止する意味から型枠内に平均にコンクリートを分配できる方法により行う。締固めについては、棒状バイブレータやテーブルバイブレータを用い、鉄筋部や埋込み金物、型枠の隅角部にジャンカなどの欠陥部が生じないように入念に締固めを行う。

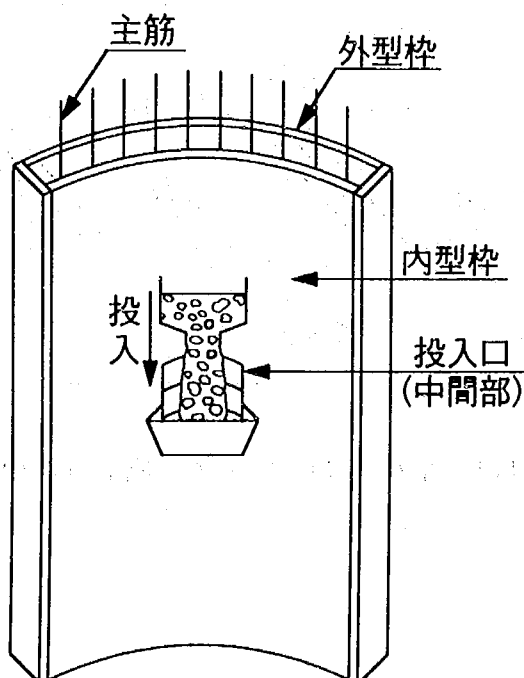
シャーコッターの成形方法としては、解説図7.6.1に示すような天端をほぼレベルに仕上げた後、シャーコッターパターンを配した治具をテーブルバイブレータの振動を与えながら、押込む方法により、シャーコッターを造成する方法などがある。



解説図7.6.1 平パネルのコッター成形方法の一例

②曲面パネルの場合

曲面パネルの打込みは、解説図7.6.2に示すような方法がその一例として考えられる。ただし、この場合には、平パネルに比べ、コンクリートの充填性を確保することが困難であるため、流動性の良いコンクリートを用い、充填性を確保することが望ましい。またパネルの大きさによっては中間部に投入口を設け、打ち込み高さの管理を行うものとする。締固めについては、コンクリートの内部まで棒状バイブレータによる十分な締固めが困難であると考えられ、均質なコンクリートが得られるよう型枠バイブレータなどを用いて十分に締固める。さらに、天端の仕上げについては、天端はパネル同士の接合面であり、コテ仕上げで出来るだけ精度良く平坦に仕上げることを望ましい。また、接合面の継手スリーブのモルタル充填に必要な目地幅を確保するため、天端上端の高さ管理を十分に行うものとする。



解説図7.6.2 曲面パネルのコンクリートの打込みの一例

7. 6. 8 養生

プレキャスト型枠の養生方法は、その種類、製造方法及び取扱い方法などを考慮して、所要の品質が得られるように定めなければならない。

【解説】

工場での養生は、生産性の点から脱型時間を早めるために加熱促進養生とするのが一般的であるが、加熱促進養生によるコンクリート強度やプレキャスト型枠としての品質への影響について事前に確認する必要がある。特に、平パネルと曲面パネルで用いるコンクリートが異なることが考えられることから、前養生時間や促進養生時間などについては、コンクリートの特性を考慮して設定する必要がある。

養生の一例として、最高温度 55°C 、温度上昇速度 15°C/h がある。

・前養生時間について

まだ固まらないコンクリートは、急激に加熱されると熱変形を起こすことや強度発現に影響すると言われている。従って、コンクリートの打込み後2～4時間の前養生期間をおく必要がある。

・温度上昇速度について

温度上昇速度は、強度発現に影響するほか、表面の仕上りの良否に大きな影響を与える。従って、生産工程の許す限り緩やかな温度上昇勾配とすることが望ましい。製造工場では、 20°C/h 以下の温度上昇速度で行っているところが多い。

・最高温度、促進養生時間（最高温度保持時間）について

高温養生を行えば、早期強度の発現が著しい反面、長期強度の発現が劣るといわれていることから、最高温度は 65°C 以下にすることが多い。

また、促進養生時間（最高温度保持時間）は脱型時間に影響することから、脱型強度や生産工程を考慮して設定される。通常、プレキャスト工場では1日1サイクルの作業工程としている場合が多く、翌日の午前中には脱型が行われている。

・後養生について

加熱終了後は、部材内部が表面より高温状態であり、冷却に伴う収縮により表面にひび割れを発生させる危険性があり、シート掛けなどで急激な冷却を防止するなど適切な措置が必要である。また、脱型後の養生については、設計基準強度を経済的に確保するために、湿潤養生などについて検討することもある。

7. 7 脱型・吊り上げ

- (1) 脱型は、部材コンクリートの圧縮強度が所要の強度を満足していることを確認した後実施することを原則とする。
- (2) 吊り上げは、プレキャスト型枠に変形、有害なひび割れや破損が生じないように行わなければならない。

【解説】

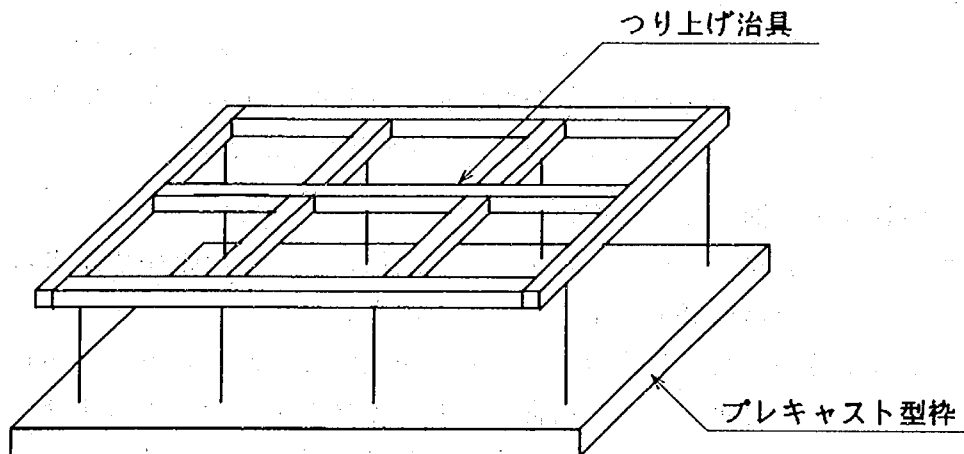
(1) について

脱型時強度の確認は、部材に使用したコンクリートと同一バッチから採取し、部材と同一の養生をした供試体によって行う。その頻度は、工場の管理規定によって定める。

脱型時にシャーコッターの角が欠ける可能性があるので脱型の際には、十分配慮する。

(2) について

平パネルの脱型は、この設計・施工技術資料で対象とするプレキャスト型枠は大型パネルであることから、部材のねじれや曲げによるひび割れが生じないように解説図7.7.1に示すように吊り上げ用治具などにより吊り上げる方法が適当である。



解説図7.7.1 水平吊り上げによる脱型の一例

7. 8 保管

プレキャスト型枠の支持方法に注意し、大きな曲げモーメントが生じないようにするとともに、汚れ及び破損などが生じないように保管しなければならない。

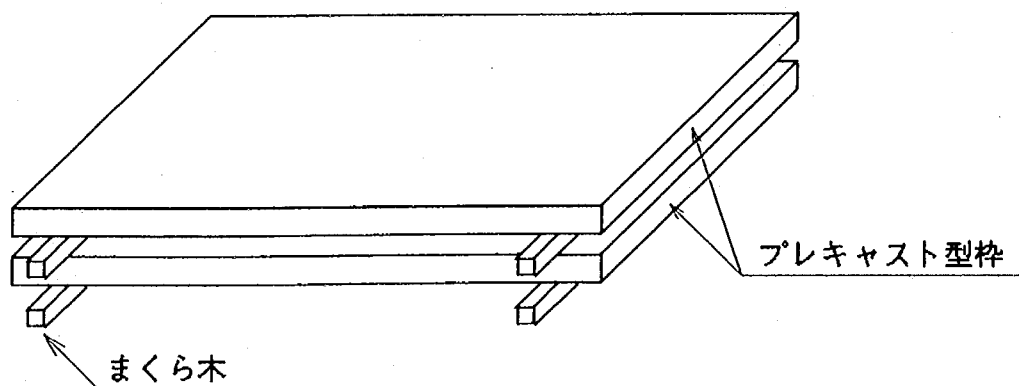
【解説】

プレキャスト型枠の保管は、部材の支持方法に注意し、大きな曲げモーメントが生じないようにしなければならない。そのために、プレキャスト型枠強度、自重のほか、保管場所での支持状態を考慮して保管方法を定める必要がある。また、工場内での保管は早期材令に行われることから、保管期間に乾燥収縮やクリープなどの影響を受けて反り、ねじれなどの有害な変形を生じないように支承方法を検討しなければならない。

プレキャスト型枠の保管方法としては、通常、平置きと縦置きのいずれかの方法で行われる。平置きで行う場合は、解説図7.8.1に示すように、まくら木などの支持材を2本ずつ並べ、プレキャスト型枠を積み重ねる。積み重ねの枚数については、下層部材の損傷や地盤の支持耐力などを考慮する必要がある。また、平置きでは、支持材の位置ずれが生じると部材に垂直荷重のほか曲げ応力やせん断応力がかかることから、同一線上に設置しなければならない。3ヶ所以上の支持材を使用しても均等に接触することがなく、このことが原因で部材に曲げひび割れを生じることとなることから、支持は2ヶ所が適切である。

鉄筋上端部の発錆及び汚れを防止するため、保管期間を考慮して鉄筋を保護した方が望ましい。

なお、プレキャスト型枠は高い精度を必要とするため、有害な変形を生じないように保管方法、保管姿勢を選定しなければならない。



解説図7.8.1 平パネルの保管方法の一例

8 章 構造物の施工

8 章 構造物の施工

8. 1 総則

- (1) プレキャスト型枠を用いた施工においては、プレキャスト型枠の割付けを考慮し、製造計画・運搬計画・保管計画・組立計画・コンクリート打設計画など、事前に施工計画を十分に検討した上で、施工しなければならない。
- (2) プレキャスト型枠は、二次コンクリート施工後、取り替えなどが困難なため十分な検査をした後、組み立てなければならない。
- (3) 施工にあたっては、大型クレーン等を使用して高所で作業するため、安全管理計画を十分に検討し、安全に注意して施工しなければならない。

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠に限らず、プレキャスト製品を使用した工事の施工は、工場で製造し、現地で組み立てるため、施工場所と製造工場との直接のやり取りができにくいので、事前計画を十分に検討してことが重要である。

プレキャスト型枠では、製品を搬入した後、組立工事が完了するわけではなく、型枠として使用し、かつ構造物の一部として使用するため、支保工への取付方法、鉄筋接合方法、さらに二次コンクリート打設方法などを考慮した十分な施工計画の立案が必要である。

(2) について

この設計・施工技術資料では、プレキャスト型枠は、現地で製造するものではなく、工場で製造するものとした。したがって、運搬、仮置き及び建込みなどの現地での作業工程において、（工場出荷後にも）損傷を受ける可能性がある。

ここで対象としているプレキャスト型枠は、水平接合部の充填モルタル注入後は、取り替えのできない構造となっているので、充填モルタル注入前に、十分検査をする必要がある。また、ひび割れの有無や美観等の項目についても、プレキャスト型枠に要求される仕様を明確にして、検査する必要がある。

(3) について

プレキャスト型枠の組立てはクレーンで吊り上げて組み立てることを基本としている。したがって、地上での作業を多くして、構造物上での高所作業をできるだけ少なくした方が合理的である。その意味から地上にて大組みしたものを吊り上げる方法もあるが、大型コンクリートの構造物を大型のクレーンで架設する際には、安全上十分な配慮と綿密な計画が必要である。

また、プレキャスト型枠の建込みを行う既設コンクリートは、広いスペースを有するとは限らず、鉄筋、鋼材などが相当量設置されている場合がある。それらの障害物により、

事故が発生しないように、十分な施工システム・安全管理システムを構築し、安全管理計画を策定しなければならない。

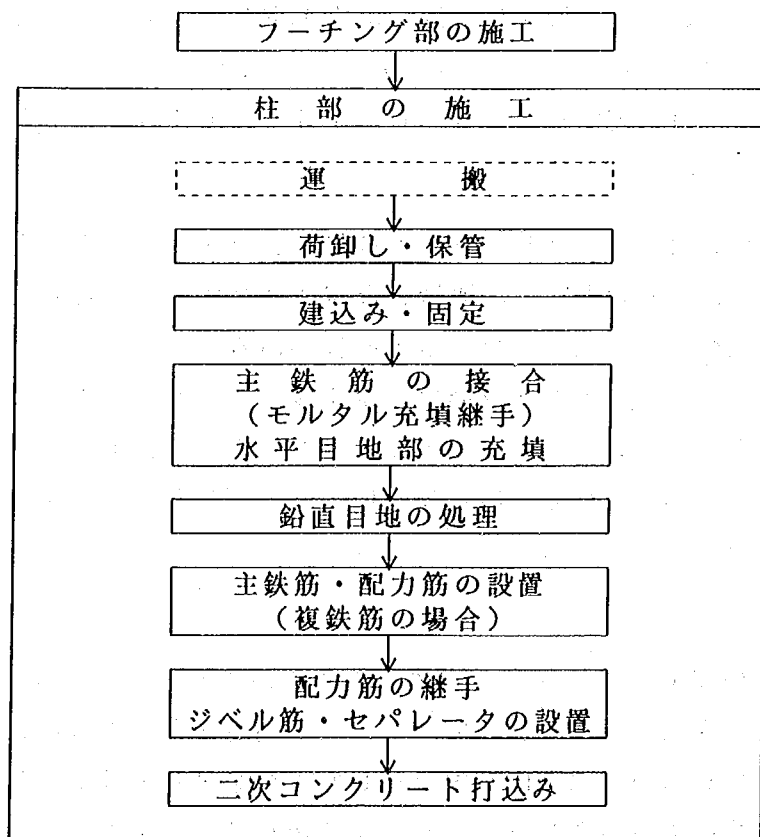
8. 2 施工フロー

- (1) 施工は、製造工場からの運搬・現地での荷卸し・保管・構造物上での組立て・鉄筋の接合・目地工・二次コンクリートの打設・養生の順に行われる。
- (2) プレキャスト型枠の施工能率は、施工ヤードの広さ、進入路の幅などに影響される場合が多いので、施工場所の状況を十分調査して、適切な施工方法を採用しなければならない。

【解説】

(1) について

施工順序はプレキャスト型枠の組立方法（例えば、地上で大型パネルを組み立てる）等の施工方法によって多少異なる。施工フローの一例を解説図8.2.1に示す。



解説図8.2.1 プレキャスト型枠の施工フロー

8. 3 運搬

- (1) 運搬にあたっては、製品工場から、現地までの適切な運搬方法を選定し、運搬計画を作成する。
- (2) プレキャスト型枠は運搬中に破損しないように、また、変形、汚損しないように養生しなければならない。

【解説】

(1) について

運搬の手段として、トラック運搬・トレーラによる運搬の2種類がある。現地施工における省力化及び経済性を考えると、1枚のプレキャスト型枠（以下パネルと称す）を大型化して、トレーラで運搬した方が有利である場合がある。しかし、トレーラによる運搬では、幅の広い進入路を必要とし、一般の施工現場では進入路の確保は困難である場合も多い。トラック運搬の場合、使用可能なトラックの大きさにより、プレキャスト型枠の最大の大きさが制限されることになるが、一般の11tトラックの場合、1パネルの幅は2.0m以下程度となる。

本工法を用いる場合、運搬計画の重要性を考慮して、プレキャスト型枠の製造者は運搬計画を定め、工事全体の施工計画に支障を与えないようにしなければならない。

パネルを運搬する場合の関係法令として、道路法、高速自動車国道法、道路交通法、同施行令、道路運送法、道路車両法、車両制限令などがある。一般自動車の場合、道路交通法施行令22条により、積載物の寸法及び重量制限は次のとおりである。

- ①長さ 自動車の長さとその長さの1/10の長さを加えたもの
- ②幅 自動車の幅
- ③高さ 3.8mから自動車の積載をする場所の高さを減じたもの
- ④重量 自動車の最大積載重量

(2) について

運搬の際の養生については、製品に損傷を与えないように細心の注意を払う必要がある。このプレキャスト型枠は、通常のカーテンウォールと異なり、次のような複雑なものとなっているため、取り扱いには十分注意する必要がある。

- ①鉄筋組込み構造となっており、鉄筋の先端がプレキャスト版の端部からでているため、プレキャスト型枠が損傷しやすい形状（構造）となっている。
- ②裏面（二次コンクリート側）には、コッターやジベル筋用金物などが配置されており、裏面を下にして、重ねる際には、プラスチック製の緩衝材などを用いて、損傷を未然に防ぐ工夫が必要である。

8. 4 荷卸し

- (1) パネルの荷卸しは、損傷を与えないように入念に行わなければならない。
- (2) 荷卸しに際しては、吊り上げ時の荷重に対して、プレキャスト型枠にひび割れが発生しないように、事前に吊り上げ方法を検討しなければならない。
- (3) 荷卸しの際は、9章に準じて、受入れ検査を行うものとする。

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠の吊り上げ、荷卸しする場合、吊り上げ治具をプレキャスト型枠に設置し、そこを吊り上げる場合や布製のバンドにて、直接吊り上げる場合などがある。

いずれの場合も、プレキャスト型枠はコンクリート製で衝撃に弱いものであるから、損傷を与えないように十分注意しなければならない。特にコーナー部において、隅角が欠ける場合が多いので、隅角の養生を入念に行う必要がある。

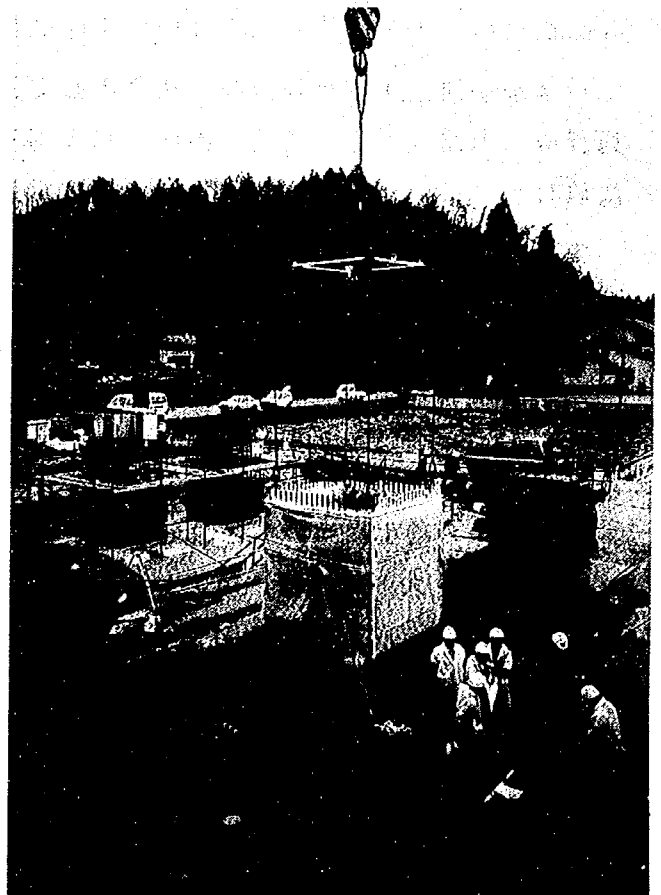
(2) について

荷卸し・仮置きの際には、プレキャスト型枠に曲げモーメントが作用し、ひび割れが発生する可能性があるので、十分に注意して、決められた作業手順に従い作業を進めるものとする。ひび割れの検討は次の手順にて行う。

- ①吊り上げ点を想定し、パネルに作用する曲げモーメントを算出する。
- ②最大曲げモーメントに対して、パネルの断面を全断面有効として、曲げ引張応力度を算出する。
- ③曲げ強度の設計用値に対して、安全率を3として、施工時の割り増し1.5として許容応力度を設定する。

(3) について

プレキャスト型枠の検査は、施工者が荷卸し時に行うことを原則とする。しかし、複雑なプレキャスト型枠で、現場での検査が難しい場合は、工場出荷時に寸法検査を行い、荷卸し時に美観調査のみを行う方法もある。このため、具体的な方法は製造者、施工者で調



プレキャスト型枠の荷卸し状況

整するのが合理的である。

8. 5 仮置き・保管

- (1) プレキャスト型枠を施工ヤード内に仮置きする場合には、自重を考慮して異常な応力や塑性変形が生じることの内容に整然と保管しなければならない。
- (2) プレキャスト型枠は構造が複雑であるため、型枠の取り扱い、運搬のための支持点、接合点などを表示しなければならない。
- (3) 仮置き・保管中は、雨による変色や鋼材の腐食を防止するために、シート等により養生しなければならない。

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠は、厚さ20cm程度の厚肉のパネルである。貯蔵する際には、平置きする場合と立置きする場合があるが、貯蔵方法については、後に取り出して、組み立てることを考慮して、製品に損傷を与えないように取り出せるように配慮しなければならない。

製品は、早期材齢で脱型、運搬、貯蔵する場合が多く、これらの期間に乾燥収縮やクリープ等の影響を受けて有害な変形を生じることがあるので、仮置き・保管時に設ける支承の位置・個数については、十分に注意しなければならない。変形、応力発生、表面の損傷などを考慮すると縦置きの方が望ましい。

(2) について

製品には、設計で考慮した結合位置や部材の支持点、表裏等がわかるように表示し、また、プレキャスト型枠の形状・種類によってその重心位置を明示する必要がある。

なお、製造業者名、外観から判断できない製品の種別、成形年月日等の必要事項も表示しなければならない。

(3) について

製品をそのまま仮置き・保管しておく、と、降雨により変色したり、鋼材に錆が発生したりして、製品の品質・美観などを損ねる恐れがある。

プレキャスト型枠は、構造体として利用する特殊な型枠であることを考慮して、シート等によって養生しておくことが望ましい。

8. 6 プレキャスト型枠の組立

8. 6. 1 総則

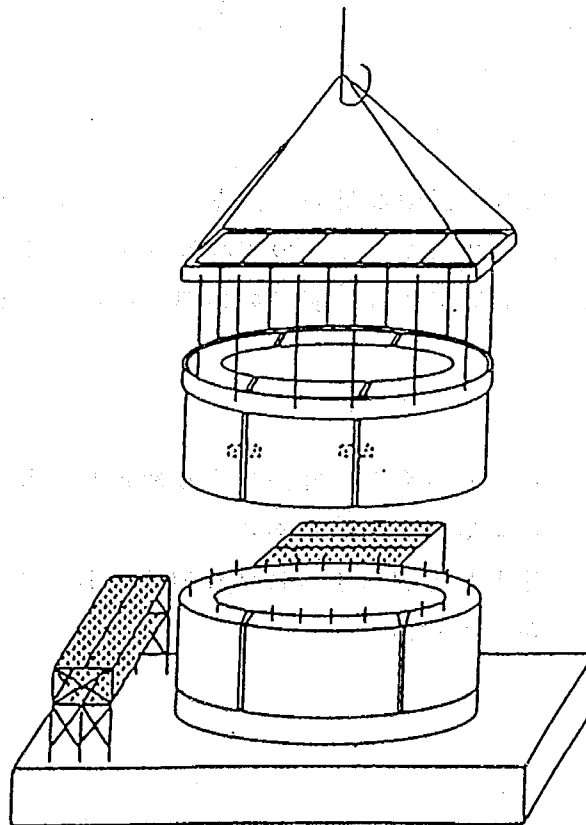
プレキャスト型枠の組立にあたっては、施工の合理化が図れるように計画しなければならない。

【解説】

本工法は、従来の型枠工・鉄筋工等の施工の合理化（省力化・省人化）に寄与するところが多い。プレキャスト型枠の組立には、高い精度が要求されるため、その作業の合理化は、本工法の合理化の度合いを左右する。

プレキャスト型枠の組立方法は、プレキャスト型枠の割付け、建込み方法などによって以下の方法に大別される。

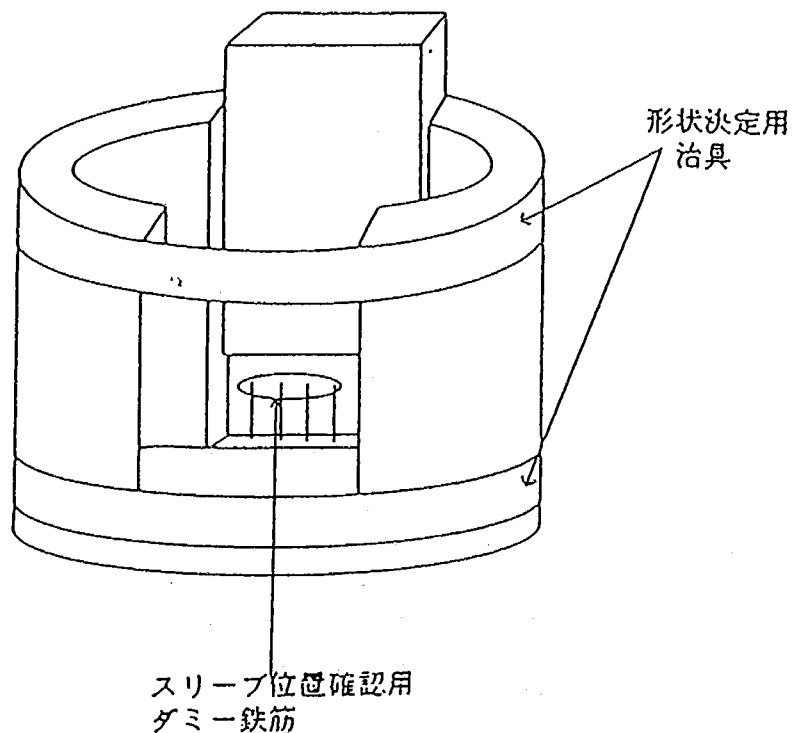
- ① プレキャスト型枠を鉛直方向には分割せずに、例えば、口の字型に製造したものを架設する方法で、断面が比較的小さい橋脚などに適している。この場合は、プレキャスト型枠のスリーブ、鉄筋の位置は全体として数mmの平面精度を必要とするため、吊り上げ時に変形しないように吊り治具、仮接合の検討が必要となる。
- ② 分割製造したプレキャスト型枠を地上で仮組みして、一括架設する方法で断面が比較的大きい構造物に適している（解説図8. 6. 1）。



解説図8. 6. 1 建込み状況

地上で仮組み（解説図8.6.2）して構造物上に据え付ける場合には、仮組み後に構造物上で鉄筋位置などを調整することになると作業の手間、危険性が増加するため、仮組み時には、接合位置を十分に確認しておく必要がある。

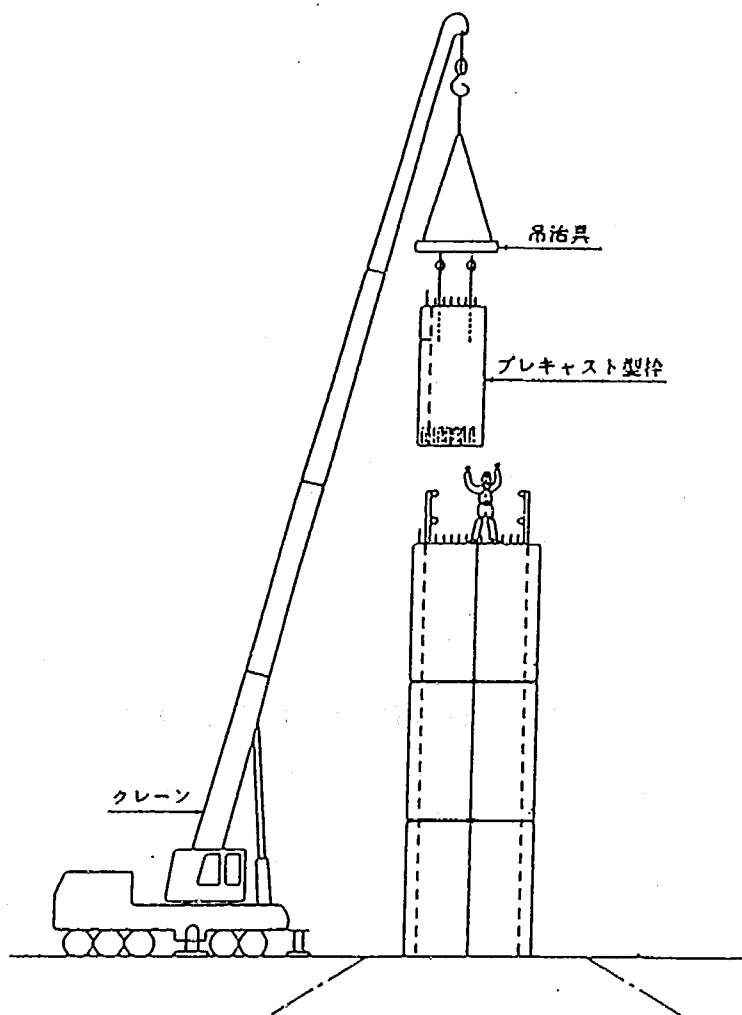
また、吊り上げる際には、変形しないように水平方向の剛性に配慮する必要がある。



解説図8.6.2 地上での仮組立ての例（橋脚の例）

- ③ 分割製造したプレキャスト型枠を1パネルずつ架設する方法で、断面が大きい構造物に適している（解説図8.6.3）。

なお、継手部の鉄筋が発錆している場合は、組立に先立ち、錆を落とさなければならない。



解説図8.6.3 組立て状況



建込み状況

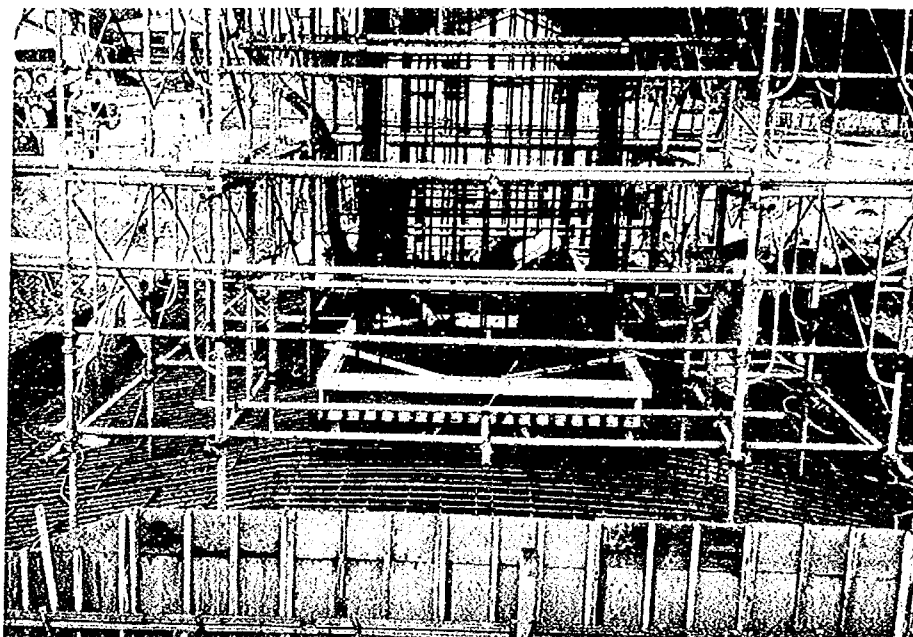
8. 6. 2 プレキャスト型枠の建込み・固定

- (1) プレキャスト型枠接合部の鉄筋、スリーブ等の設置精度が所定の値を満足するように施工しなければならない。
- (2) プレキャスト型枠の建込みは、作業の安全性を配慮した上で、設置高さが所定の精度を満足するように行わなければならない。
- (3) 建込み時に予想される水平方向の荷重に対して、型枠が耐えるように、仮の固定方法を検討しなければならない。

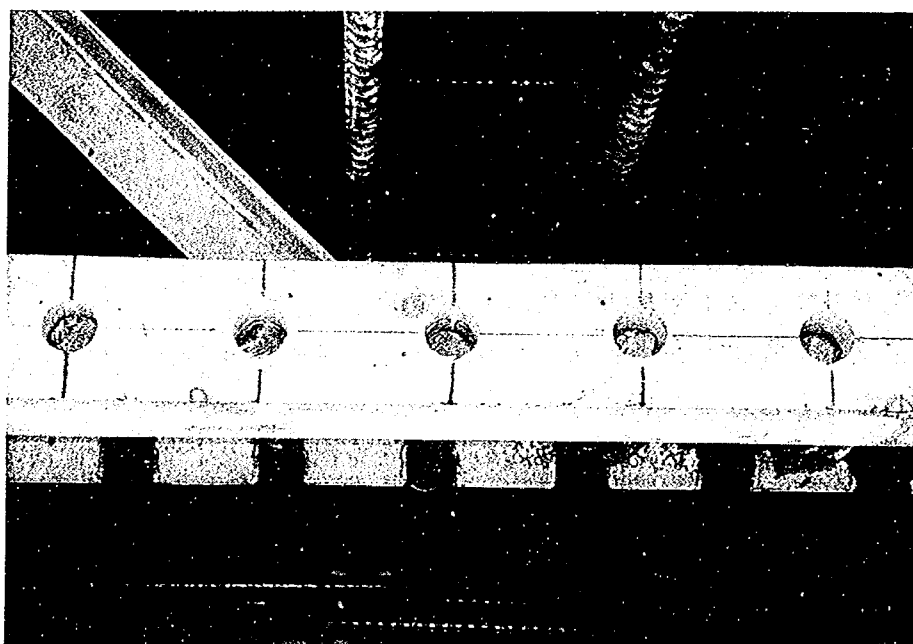
【解説】

(1) について

プレキャスト型枠接合部の鉄筋の設置精度は、プレキャスト型枠建込み時の施工性を大きく左右する。特に、既設のコンクリートとプレキャスト型枠の接合部では設置精度の確保が施工管理上重要な課題となる。このため、精度を確保する方法について事前に十分検討する必要がある。精度確保の方法の一例としては、鋼製及び木製の治具（ガイドプレート）により、鉄筋を確保する方法がある。



ガイドプレートの設置状況



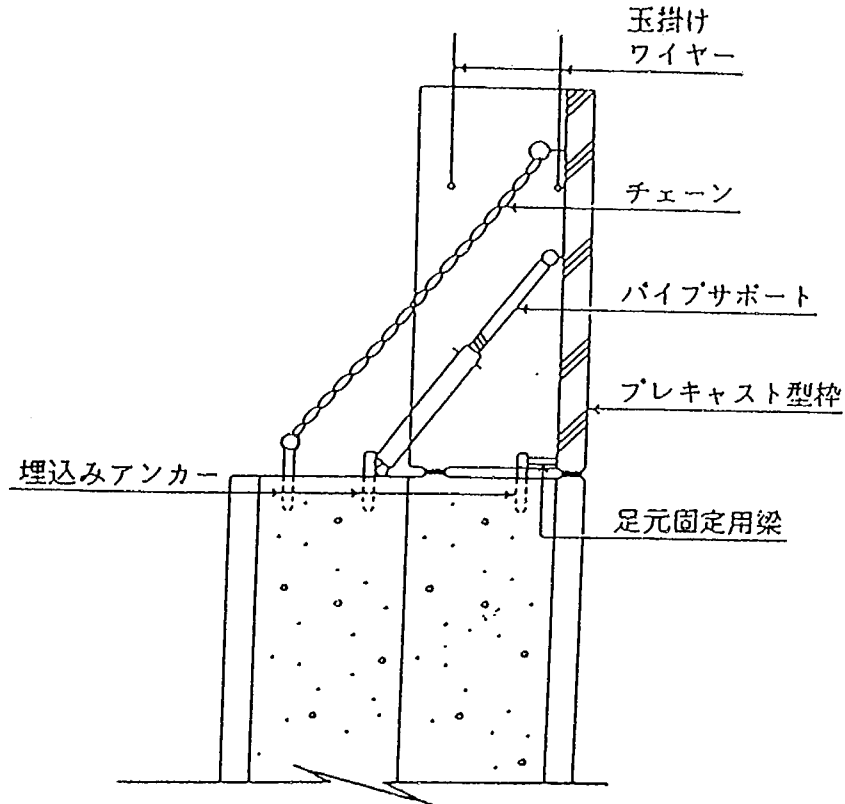
ガイドプレートによる鉄筋の固定状況

(2) について

プレキャスト型枠の設置高さの調整は水平目地幅（20mm）の範囲で行う。目地間隔を保持するためにスペーサ等を用いるが、それらの剛性は、同部への応力集中を防止するために、目地部に使用する充填材の剛性と同程度以下で、またプレキャスト型枠の重量によって過度に変形しないものとする必要がある。この設計・施工技術資料で対象とするプレキャスト型枠は大型で、しかも重量物である。このため、建込みにあたっては従来の重機作業と同様に、作業の安全性に十分配慮しなければならない。

(3) について

接合部の充填材が所要の強度を発現し、上下のプレキャスト型枠が一体となるまで、プレキャスト型枠は固定しなければならない。このため、パイプサポートやチェーン等により仮固定して型枠の倒れや移動を防止しなければならない。



解説図8.6.4 プレキャスト型枠仮固定方法の一例

なお、これらの仮設用補強材は、二次コンクリート打設時に残しておく、この部分に完成後、応力が集中することもある。このような場合、仮設の場合でも二次コンクリートの打設前に補強材を撤去しなければならない。

8. 7 目地工

8. 7. 1 総則

目地は、耐久性上の欠陥部になりやすいため、入念に施工しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠を用いた構造物の施工では、省力化・省人化に加えて、美観の向上・耐久性の向上があげられる。しかし、目地は欠陥部になりやすいため、施工上入念に仕上げなければならない。特に、プレキャスト型枠表面の清掃、水分の調整は重要でJASS 8「防水工事」を参照するとよい。

また、プレキャスト型枠を用いた工法では、プレキャスト版の目違いが生じる場合があるので、目地工に先立ち、目違いを調整しておかなければならない。

8. 7. 2 水平目地工

- (1) 水平目地部の充填は、モルタル充填継手の施工と同時に行うことを原則とする。
- (2) 充填材の漏出防止のために適切な処置をとらなければならない。

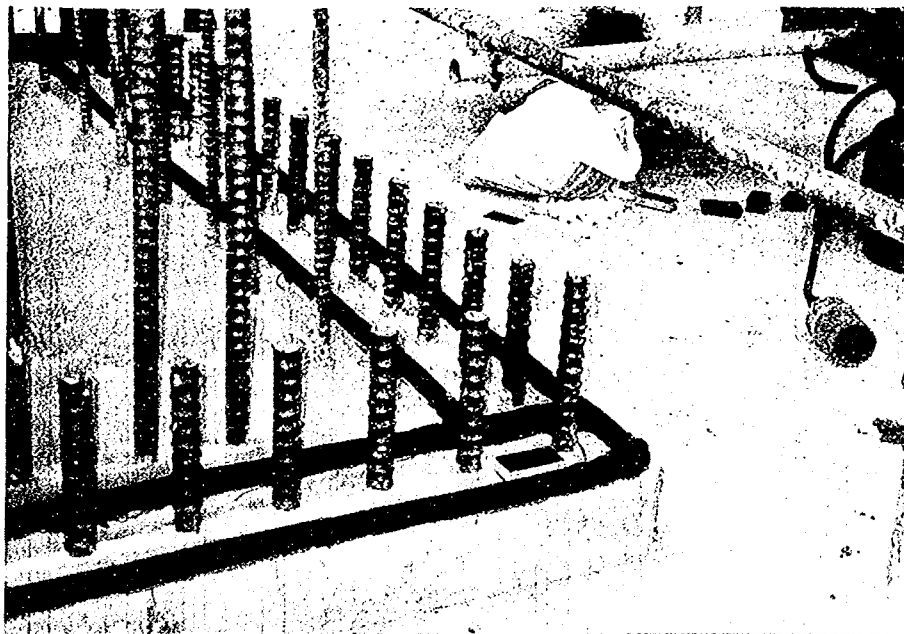
【解説】

(1) について

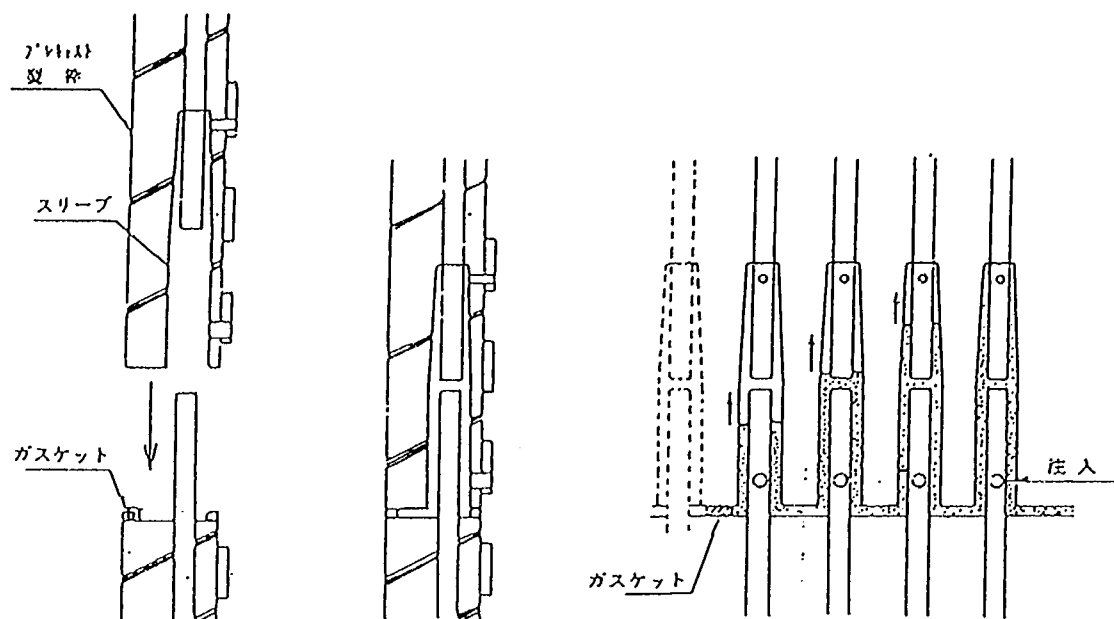
モルタル充填継手の充填方法としては、本技術資料4.4.2解説(1)に記すように、一括注入方法及び分割注入方法の2つの方法がある（解説図8.7.1）。このうち、一括注入についての実験を行い、品質のほかに施工性の点で良好な結果が得られたので、一括注入方法によることを原則とした。

(2) について

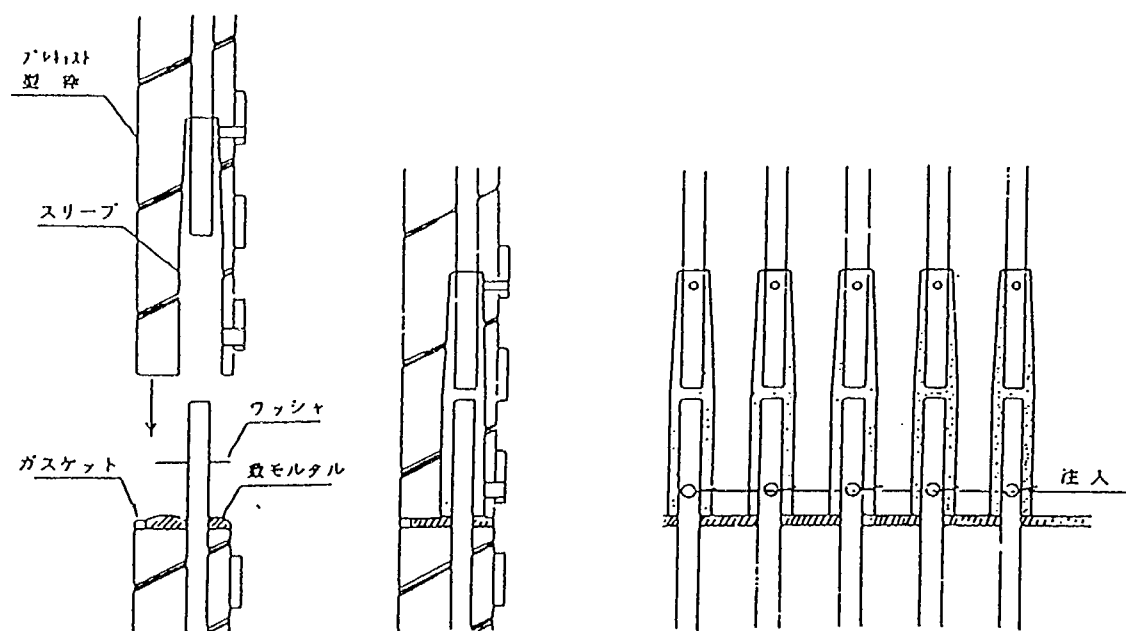
充填材の漏出は、構造上及び美観上問題となる。このため、漏出防止の方法について十分検討しなければならない。一例としては、ガスケットの設置が有効である（本技術資料6.4.6）。この際、ガスケットは、プレキャスト型枠建込み時に圧縮変形されてその機能を十分発揮できるように、また変形後に水平目地からはみ出し、最後のシーリングが施工できなくなることをないように、その形状、材質、位置を検討しておかなければならない。また、ガスケット部は設計上、断面欠損と見なされるため、設計上定められた位置に設置しなければならない。



ガasketの設置状況



一括注入方法



分割注入方法

解説図8.7.1 モルタルの充填方法

8. 7. 3 鉛直目地工

目地部のシーリング材の設置は入念に行わなければならない。

【解説】

シーリング材は二次コンクリート打込み時に鉛直目地からセメントペーストあるいはモルタルが漏出するのを防止するために設置するものであり、また、美観を確保するためにも必要である。このため、その設置は入念に行わなければならない。

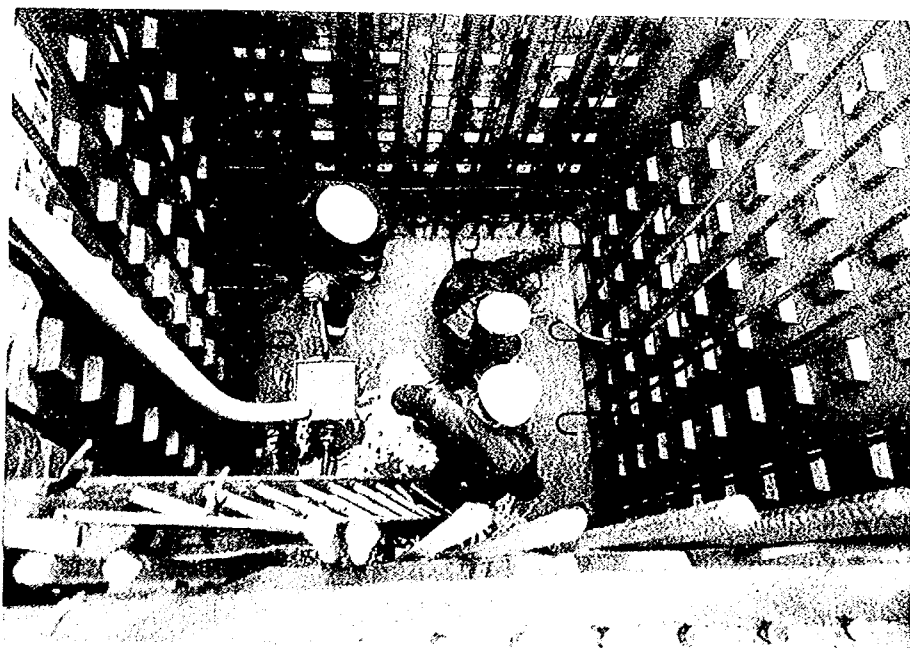
8. 8 鉄筋の継手

- (1) 鉛直鉄筋の継手に用いるモルタル充填継手の施工は、土木学会「鉄筋継手指針モルタル充填継手設計施工指針（案）」4章に準じて行わなければならない。
- (2) 水平鉄筋の継手に用いる簡易継手は、本技術資料 6.4.4に従ってその方法を定めなければならない。

【解説】

(1) について

モルタルの充填にあたっては、注入圧力、注入区画、注入順序などについて事前に十分検討する必要がある。この継手の施工上の留意点は、モルタルを充填してから、継手としての機能を発揮するまでに養生日数が必要なことである。それまでは、据え付けたパネルを動かさないように固定しなければならない。



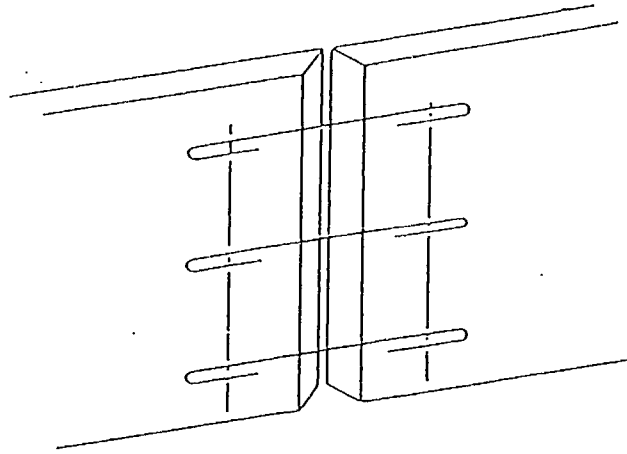
モルタル充填継手の施工状況

(2) について

水平方向の接合については、継手を設けないで、簡易継手を設けることを標準とする。

また、二次コンクリート中に配置される継手筋の組立て精度、フックの方向、プレキャスト型枠と鉄筋の間隔などが重要である。継手筋の組立て精度については、特に鉄筋の位置及び目地からの距離を設計図面に示される値が確保できるように施工しなければならない。また、フックの方向は、二次コンクリート側にフックを設ける配置とする。鉄筋と版の間隔については、二次コンクリートが十分充填できるように、設計図面で示される間隔を確保しなければならない。ただし、必要以上に鉄筋と版との間隔を大きくとりすぎると、接合耐力に影響を与えるので図面に示される位置に正確に配置しなければならない。

プレキャスト型枠内の鉄筋は構造用鉄筋であり、設計時に検討された以外の残留応力を発生させてはならない。このため、コンクリート打設時の側圧や各種作業荷重に対して変形を生じないように、極力剛な支保工で支持しておく必要がある。



解説図8.8.1 鉛直接合部の概念

8. 9 ジベル筋

ジベル筋は正しい位置に配置し、コンクリート打込み時などに動かないように十分堅固に組み立てなければならない。

【解説】

ジベル筋はプレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体性を確保する上で重要である。このため、設計に定められたとおりの位置に固定し、コンクリート打込み時などに動かないようにしなければならない。

また、ジベル筋の個数は比較的多いため、その設置作業は合理的に行う必要がある。



ジベル筋の設置状況

8. 10 二次コンクリート

- (1) 二次コンクリートには、レディーミクストコンクリートを用いることを標準とする。
- (2) 二次コンクリートの施工は、通常のコンクリートの施工と同様、入念に施工するものとする。

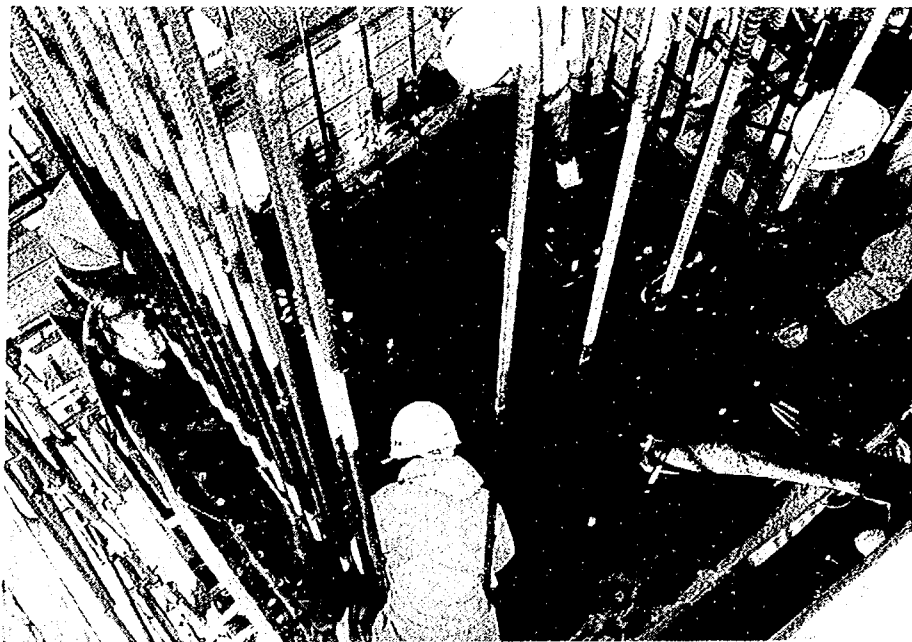
【解説】

(1) について

二次コンクリートとして用いるコンクリートについては、通常のレディーミクストコンクリートの規格品を用いることを標準とした。しかし、ブリーディングの多いコンクリートは、コッター部に間隔を生じさせやすいので、ブリーディングの少ない配合に修正することが望ましい。

(2) について

プレキャスト型枠を用いた場合、一般の型枠を用いて打設されるコンクリートに比べて、プレキャスト型枠に隠れて施工上の欠陥部が発見しにくくコッター周辺部に空隙を生じやすいため、プレキャスト型枠周辺は特に入念な施工を行うこととした。



二次コンクリートの打込み状況

9 章 品質管理及び検査

9 章 品質管理及び検査

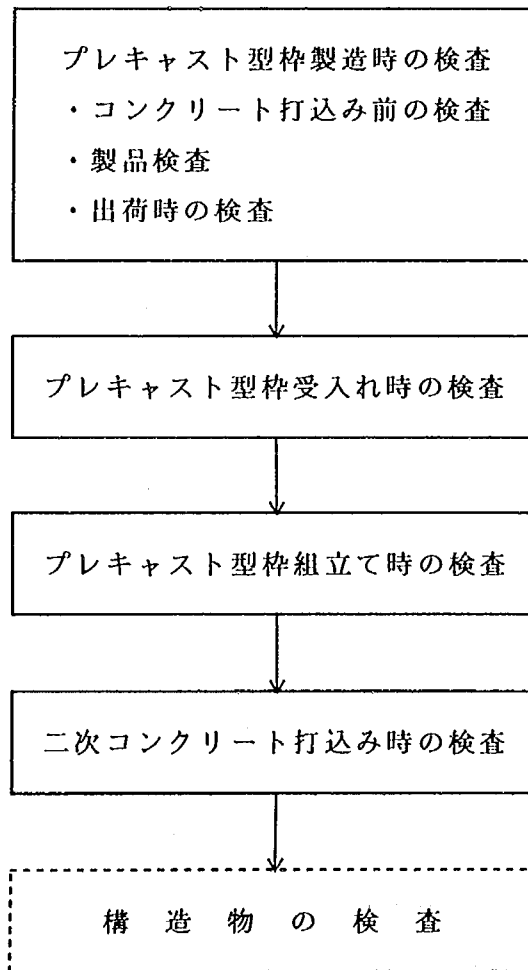
9. 1 総則

所要の品質を有するコンクリート構造物を安全かつ信頼できる方法で造るため、コンクリートの材料、充填材、鋼材、機械設備、作業等を管理しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠工事では、所要の品質を有するコンクリート構造物を経済的に作るために、プレキャスト型枠の製造、出荷、受入れ、組立てから二次コンクリート打込みまでの各工程において、品質管理及び検査を適切に行わなければならない（解説図9.1.1参照）。

品質管理は、コンクリート用材料、コンクリート、鋼材、モルタル充填継手用材料、その他必要と思われる材料について行わなければならない。



解説図9.1.1 検査フロー

施工はこの設計・施工技術資料及びこの設計・施工技術資料1. 総則に示す各種規準類に従って入念に行うことが重要であるとともに、9.2.2～9.2.6で定める各種の試験を行い、所定の品質を満足することが疑わしくなった場合には、早目に適切な処置をとる必要がある。

プレキャスト型枠または二次コンクリートにレディーミクストコンクリートを使用する場合、材料、製造設備、作業等の管理、コンクリートの品質管理及び検査は、JIS A 5308「レディーミクストコンクリート」の規定によるものとする。

なお、プレキャスト型枠は、その製造工程が一貫して管理され、コンクリートの品質管理状況が定期的に確認されている工場で製造しなければならない。

9.2 プレキャスト型枠製造時の検査

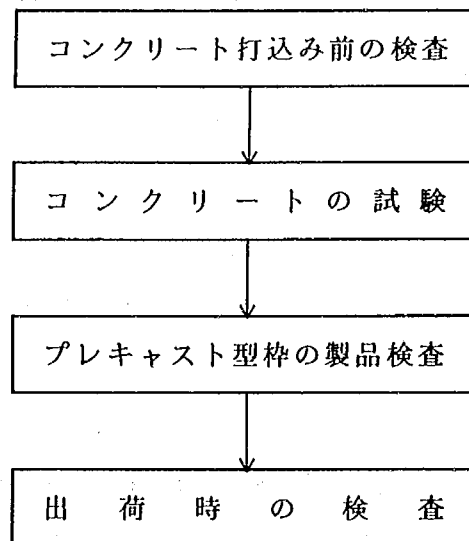
9.2.1 総則

プレキャスト型枠の製造にあたっては、材料、機械設備、器具等を適正に管理しなければならない。また、製造作業についても、所定の基準に従って管理しなければならない。

【解説】

製造責任者は、材料、機械設備、器具等や、製造作業に関する管理基準を作り、所定の品質の製品が定常的に製造されるようにしなければならない。

製造時はコンクリートの試験ならびに解説図9.2.1に示す検査を行わなければならない。



解説図9.2.1 製造時の検査

9. 2. 2 コンクリート打込み前の検査

プレキャスト型枠の性能及び精度を確保するために、コンクリート打込み前に必要な検査を行わなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠が製品になった時点では、配筋状態、埋込み金物などの確認が困難となるのでコンクリート打込み前の事前の検査が重要である。

型枠寸法等の検査項目、ならびに検査の頻度、許容差等は、原則として、一般の工場製品の場合と同様とする。検査内容の一例を解説表9.2.1に示す。

解説表9.2.1 検査内容

検査対象	検査内容	
型 枠	寸 法	
	変形の有無	
	固 定 状 況	
	はく離剤の塗布状況	
	清 掃 状 況	
鉄 筋	径、本数、ピッチ	
	かぶり厚さ	
	鉄筋の長さ、鉛直性 (モルタル充填継手部)	
	スリープ	位置
		鉛直性
	埋込み金物	種類, 数量
		固定状況

9. 2. 3 コンクリートの試験

プレキャスト型枠の製造工程の管理及び品質の判定のため、必要に応じてコンクリートの試験を行わなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠の製造工程の管理及び品質の判定のためには、一般の工場製品と同様のコンクリートの試験を行わなければならない（解説表9.2.2 参照）。

コンクリートの強度管理は、プレキャスト型枠と同等の締固め及び養生を行った供試体の圧縮強度の試験値を基準として行わなければならない。

解説表9.2.2 試験項目

項 目	試 験 方 法
試料採取	JIS A 1115
スランプ	JIS A 1101
空 気 量	JIS A 1128 } JIS A 1118 } のいずれかに準じて行う JIS A 1116 }
塩化物含有量	精度が確認された塩化物含有量測定器を用いて行う
練上り温度	温度計を用いて行う
強 度	圧縮強度JIS A 1108、曲げ強度JIS A 1106 ¹⁾ 供試体はプレキャスト型枠と同等の締固め、 養生条件で製造する 材 齢：脱型時 ：出荷時 ：保証日 ²⁾

- 1) プレキャスト型枠の曲げ強度と圧縮強度の関係が判っている場合は、圧縮強度のみで品質管理を行ってもよい。
- 2) 生産者が、購入者の指定する受入れ時期を考慮して決定するもので、設計基準強度を保証する材齢。この設計・施工技術資料では材齢14日を標準としている。

9. 2. 4 プレキャスト型枠の出荷時の製品検査

- (1) プレキャスト型枠は、ひび割れの有無、外観、寸法、その他必要と思われる事項を出荷時に検査しなければならない。
- (2) プレキャスト型枠は、施工時に作用する荷重に対して所定の基準を満足することを検討しなければならない。
- (3) コンクリートの強度は、原則として設計基準強度を満足しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠の検査は、部材が設計で定められたとおりの形状・寸法に造られているか、材料の品質が所定のものになっているか、部材が十分その機能を発揮できるように造られているかどうかを調べるために行うものである。

検査は、プレキャスト型枠の据え付け精度、部材数等を考慮して、全数を対象として行う。検査時期は、プレキャスト型枠の製造工程や検査の容易さ等を考慮すると、脱型後、プレキャスト型枠を貯蔵ヤードへ移設する時に行うことが望ましい。

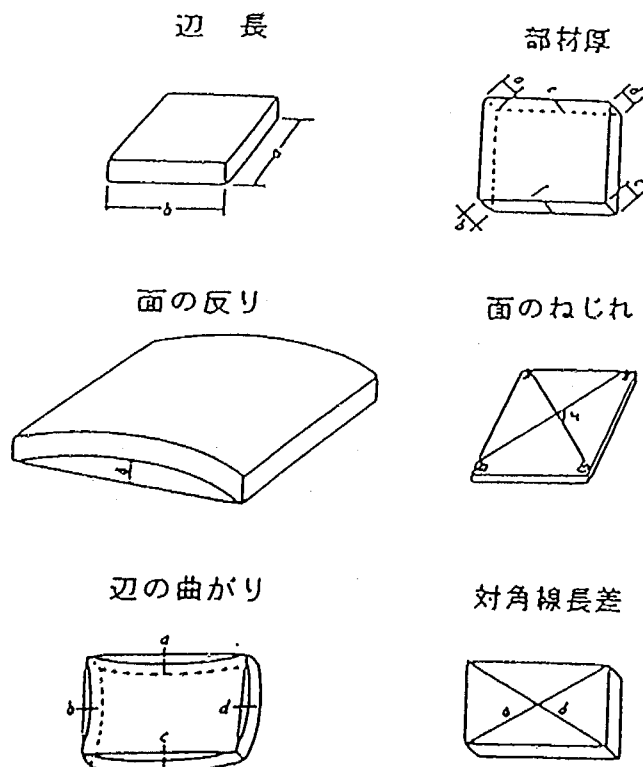
検査項目としては、形状寸法、コンクリートのひび割れ及び破損、埋込み金物の取付け状態、表面の仕上り、かぶり厚さなどがある。購入者は、プレキャスト型枠の組立て、接合等の施工性及び構造物としての機能を考慮して、これらの検査項目を指定するとともに、試験方法、許容差、判定基準については生産者と協議のうえ決定する。

検査項目及び許容差の一例¹⁾を解説表9.2.3に示す。

解説表9.2.3 検査項目及び許容差

	項 目	許 容 差
外 観	ひび割れ	な し
	色 む ら	美 観 を 損 わ な い
寸 法 ・ 形 状	辺 長	± 3 mm
	部 材 厚	± 2 mm
	面の反り	± 2 mm
	面のねじれ	± 2 mm
	辺の曲がり	± 2 mm
	対角線長差	± 2 mm
	鉄筋の間隔 (モルタル充填継手部)	± 2 mm
	鉄筋の最小埋込深さ (モルタル充填継手部)	規 格 値 以上 ¹⁾
	鉄筋の鉛直性 (モルタル充填継手部)	1/40以下
	スリーブの位置	± 2 mm
	スリーブの鉛直性	5 mm
	ジャベル筋の位置 コッター形状	± 2 mm

1)鉄筋の径によって規格値は異なる



(3) について

通常は製造後14日の養生期間をおいて、設計基準強度を確認の後に出荷する。この場合は、出荷時強度は設計基準強度の確認で代用できる。ただし、出荷が材齢14日より前となる場合には、出荷時強度を確認するとともに、保証材齢において、設計基準強度を満足していることを確認しなければならない。

9. 3 プレキャスト型枠受入れ時の検査

プレキャスト型枠の受入れにあたっては、部材が所定の製品規格を満足していることを確認するために検査を行わなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠工事における部材受け渡し責任の区分は、部材製造工場の責任範囲を工事現場への搬入までとし、運搬車両からの荷卸し以降については現場側の責任範囲とするのが一般的である。

工場では製品検査が行われるが、検査後の貯蔵期間、型枠の積込み時や運搬中に破損や変形などが生ずる可能性があるので、ひび割れの有無、外観、その他必要と思われる事項について検査しなければならない。ただし、検査後の貯蔵期間が比較的短い場合は、出荷時の製品検査の結果が許容値を満足するものであれば寸法・形状の検査を省略してもよい。

9. 4 プレキャスト型枠組立て時の検査

9. 4. 1 総則

プレキャスト型枠の組立てにあたっては、設計で定められたとおりに組立て、接合等が行われていることを確認しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠組立て時の検査は、施工計画書に基づいて作成した検査実施計画書に従って、計測または目視により実施しなければならない。

プレキャスト型枠の組立方法は、部分的に地上部で組み立てた後に建て込む方法とプレキャスト型枠単体を一パネルずつ建て込む方法の2種類がある。それぞれの方法の検査の内容は多少異なるが、設計時に考慮された事項を満足するように組立て、接合等が行われているか否かを確かめなければならない。

9. 4. 2 建込み検査

- (1) 組立て架台が設計で定められたとおりに施工されていることを計測または目視により確かめなければならない。
- (2) プレキャスト型枠が規定の精度で組み立てられていることを、実物を直接に計測して確かめなければならない。
- (3) 吊上げ時にプレキャスト型枠が変形した場合は、再度仮置きし、精度の調整を行わなければならない。
- (4) プレキャスト型枠の接合部に油分、ごみ等の付着物がないことを目視により検査しなければならない。
- (5) 場所打ちコンクリートとプレキャスト型枠の接合部において、接合する鉄筋が所定の設置精度を満足していることを確認しなければならない。
- (6) モルタル充填継手の検査は、土木学会「鉄筋継手指針 鉄筋モルタル充填継手設計施工指針（案）」18条に基づいて行わなければならない。
- (7) 重ね継手型の簡易継手に用いる重ね継手筋の形状、寸法、位置等が設計で定められたとおりであることを確認しなければならない。
- (8) モルタル充填継手及び一括注入方法で施工されるプレキャスト型枠水平接合部の充填材が所定の品質を満足していることを確認しなければならない。
- (9) 充填材が確実に充填されていることを確認しなければならない。
- (10) 接合部に使用する目地材の品質、形状、寸法等が設計で定められたとおりであることを確認しなければならない。

【解説】

(1) について

プレキャスト型枠を地上部で組み立てる場合、組立て架台の精度は型枠の組立て精度に大きく影響する。そのため(1)のように定めた。

(2) について

この設計・施工技術資料が対象とするプレキャスト型枠は主筋等を含む構造用型枠であり、二次コンクリート打込み後は型枠表面がそのまま仕上り面を形成する。このため、組立て精度には特に留意する必要がある。

検査の項目、頻度、許容差等については、施工者が構造物の品質を確保することを前提として適宜定めるものとする。

(3) について

プレキャスト型枠の吊り上げは、型枠にひび割れ、有害な変形等を生じさせないように行わなければならないが、やむを得ず許容差を生じた越えた変形が生じた場合は、再度組立架

台に仮置きして、精度の調整を行わなければならない。

(4) について

水平接合部及び鉛直接合部の性能を阻害するものがある場合は、これを除去しなければならない。

(5) について

プレキャスト型枠接合部の鉄筋がその設置精度を満足していなければ、プレキャスト型枠の建込みに支障をきたす、このため、建込み前に設置精度を十分確認しなければならない。

(6) について

土木学会 「鉄筋継手指針鉄筋のモルタル充填継手設計施工指針（案）14条解説参照。

(7) について

この設計・施工技術資料では、配力筋の継手については、重ね継手型の新たな継手方法を採用することとしているので、十分な管理が必要である。検査の項目、頻度、許容差等は、継手性能の確保を前提として、施工者が適宜決定する。

(8) について

プレキャスト型枠水平接合部に使用する充填材は、上部型枠からの鉛直荷重、地震時の圧縮力及びせん断力を負担するために必要な強度ならびに無収縮性が要求される。一括注入方法の場合は、モルタル充填継手と同一のモルタルを使用するため、充填材の管理は、入念に行われなければならない。

(9) について

モルタル充填継手の空気排気口からモルタルが流出することをもって確実に充填していると考えてよい。

(10) について

目地材として使用するシーリング材は、納入のつど、製造工場が発行する検査証明書によって、所要の品質を満足することを確認しなければならない。

検査の項目、頻度、許容差等は、コンクリートの漏出防止の機能を満足することおよび耐久であることを前提として、施工者が適宜決定する。

9. 5 二次コンクリートの検査

9. 5. 1 総則

所要の品質を有するコンクリート構造物を経済的に造るため、二次コンクリートの施工においては、接合部、プレキャスト型枠の内面、打継目等の清掃、コンクリートの品質、打設機械設備、作業等を管理しなければならない。

【解説】

プレキャスト型枠工事では、所要の性能を満足する構造物を造るためには、型枠と二次コンクリートとの一体性の確保が重要である。このため、二次コンクリートの施工においては、打込み前の検査、コンクリートの品質管理等を入念に行わなければならない。

9. 5. 2 二次コンクリート打込み前の検査

- (1) コンクリートの打込み前に、鉄筋、型枠、その他が設計で定められたとおりに配置されていることを確かめなければならない。
- (2) 打継目は旧コンクリートの表面のレイタンス、品質の悪いコンクリート、ゆるんだ骨材粒などを完全に除き、十分に吸水させなければならない。
- (3) 打継目及びコッター凹部にたまり水がないことを確認しなければならない。
- (4) プレキャスト型枠の内面が湿潤状態にあることを確認しなければならない。
- (5) 二次コンクリート部の鉄筋が清掃されていることを確認しなければならない。

【解説】

(1) について

コンクリート打込み前に、ジベル筋やプレキャスト型枠等が設計で定められたとおりに配置されていることを確認しなければならない。

また、コンクリートの打込み作業や打込み中のコンクリートの圧力によって鉄筋やプレキャスト型枠が移動することのないことも確かめる必要がある。

(2) について

十分な強度、耐久性及び水密性を有する打継目を造るためには、まず材料の分離ができるだけ少ないように旧コンクリートを打ち、十分に養生することが必要である。しかし、十分念入りの施工をしても表面にレイタンスのできることは避けがたいため、その除去を必ず行わなければならない。そのほかに、品質の悪いコンクリート、ゆるんだ骨材粒などを取り除いてから打ち継ぐことが必要である。

(3) について

打継ぎ不良が生じないように打継目を湿潤状態にすることは大切であるが、必要以上の水はかえって打継ぎ強度等を低下させる。このため、打込み前にこれを除かなければならない。また、コッター凹部についても余分な水がたまり易いため、入念にこれを除去しなければならない。

(4) について

プレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体性を確保するために、プレキャスト型枠の内面を湿潤状態にする必要がある。

(5) について

プレキャスト型枠と二次コンクリートとの一体性を確保するために、ジベル筋とコンクリートとの付着性能を低下させるものは入念に取り除かなければならない。

9. 5. 3 運搬及び打込み設備等の検査

コンクリート打ちを始める前に、運搬及び打込み設備が定められた施工計画書に合致していることを確認しなければならない。

【解説】

所定の品質のコンクリート構造物を造るには、コンクリート打込み中の種々の工程が施工計画書に定められた条件を満足していなければならない。このためには、あらかじめ立てた計画に従って諸設備及び人員等が配置されているか否かを、コンクリート打込み前に確認することが必要である。

9. 5. 4 コンクリートの管理及び検査

- (1) 圧縮強度によるコンクリートの管理は、一般の場合、早期材齢における圧縮強度によって行う。この場合、供試体は二次コンクリートを代表するように採取しなければならない。
- (2) コンクリートの管理に用いる圧縮強度の1回の試験値は、一般の場合、同一バッチからとった供試体3個の圧縮強度の平均値とする。
- (3) 試験のための試料を採取する時期及び回数は、1日に打込むコンクリートごとに少なくとも1回または構造物の重要度と工事の規模に応じて、連続して打込むコンクリートの20~150m³ごとに1回とする。
- (4) 試験値によりコンクリートの品質を管理する場合、管理図及びヒストグラムを用いるのがよい。

【解説】

コンクリート標準示方書「施工編」13.3.1解説参照

9. 5. 2 コンクリートの品質検査

- (1) 圧縮強度によるコンクリートの検査
 - (a) 試験値に基づいてコンクリートの品質を検査する場合、得られた全部の試験値及び一部の連続する試験値を1組として検査しなければならない。
 - (b) 圧縮強度の試験値が、設計基準強度を下回る確率が5%以下であることを適当な危険率で推定できれば、コンクリートは所要の品質を有していると考えてよい。この検査は、一般の場合、材齢28日の圧縮強度に基づいて行うものとする。
プレキャスト型枠の場合は、原則として、材齢14日の圧縮強度に基づいて行うものとする。
- (2) 検査の結果、コンクリートの品質が適当でないと判定された場合は、配合の修正、機械設備の性能検査、作業方法の改善など適切な処置をとるとともに、構造物またはプレキャスト型枠に打込まれているコンクリートが所要の目的を達し得るかどうかを確かめ、必要に応じて適当な処置を講じなければならない。

【解説】

(1) について

コンクリート標準示方書「施工編」13.4(1)、(2)解説参照。

(2) について

コンクリート標準示方書「施工編」13.4(4)解説参照。

9. 6 構造物の検査

コンクリート構造物の完成後、構造物の検査を行わなければならない。

【解説】

コンクリート構造物完成後の検査は、構造物が設計で定められたとおりの位置、形状、寸法等に造られているか、表面の状態が良好であるか、構造物の各部が十分その機能を発揮できるように造られているか等を調べるために行うものである。検査の結果、不合格となった場合の処置は、責任技術者の指示に従わなければならない。

施工精度の一例²⁾を解説表9. 6. 1～2に示す。

解説表9. 6. 1 鉄筋の配置に関する施工精度

項 目	施 工 精 度
有効高さ	設計寸法の $\pm 3\%$ または $\pm 30\text{mm}$ のうち小さい方の値。ただし、最小かぶりは確保するものとする。床版の場合、設計寸法の $\pm 10\text{mm}$ とし、所要のかぶりを確保するものとする。

解説表9. 6. 2 部材寸法の施工精度

項 目	施 工 精 度
垂直部材の長さ寸法	設計寸法の $\pm 1\%$ または $\pm 30\text{mm}$ のうち小さい方の値。
水平部材の長さ寸法	設計寸法の $\pm 1\%$ または $\pm 30\text{mm}$ のうち小さい方の値。
柱及びけたの断面寸法	設計寸法の $\pm 2\%$ または $\pm 20\text{mm}$ のうち小さい方の値。
床 版 厚	$+20 \sim -10\text{mm}$

Ⓔただしパネル相互の段差が美観に大きく影響するためできるだけ小さくなる様配慮しなければならない。

参 考 文 献

- 1) プレキャストコンクリート型枠の設計、施工技術の開発に関する研究、平成4年度共同研究報告書、pp. 124、1993
- 2) 道路橋示方書・同解説 I 共通編、III コンクリート橋編、(社) 日本道路協会、pp. 324 - 325、1990

【資料】

兵庫県南部地震以降の震災復旧仕様等への対応について

今後本開発のプレキャスト型枠を橋脚に適用するためには、復旧仕様、例えば「兵庫県南部地震により被災した道路橋の復旧に係わる仕様及び復旧仕様の解説（案）」等、の規程を満足した構造とする必要がある。ここでは、そのための構造的な改善提案を示すこととする。なおあくまで改善提案であり、実施工に適用する際は実験等により性能を確認する必要がある。

本開発のプレキャスト型枠の構造的な見直しを行った結果、復旧仕様に対応して本体構造物のじん性を確保するための改善が必要と判断した。

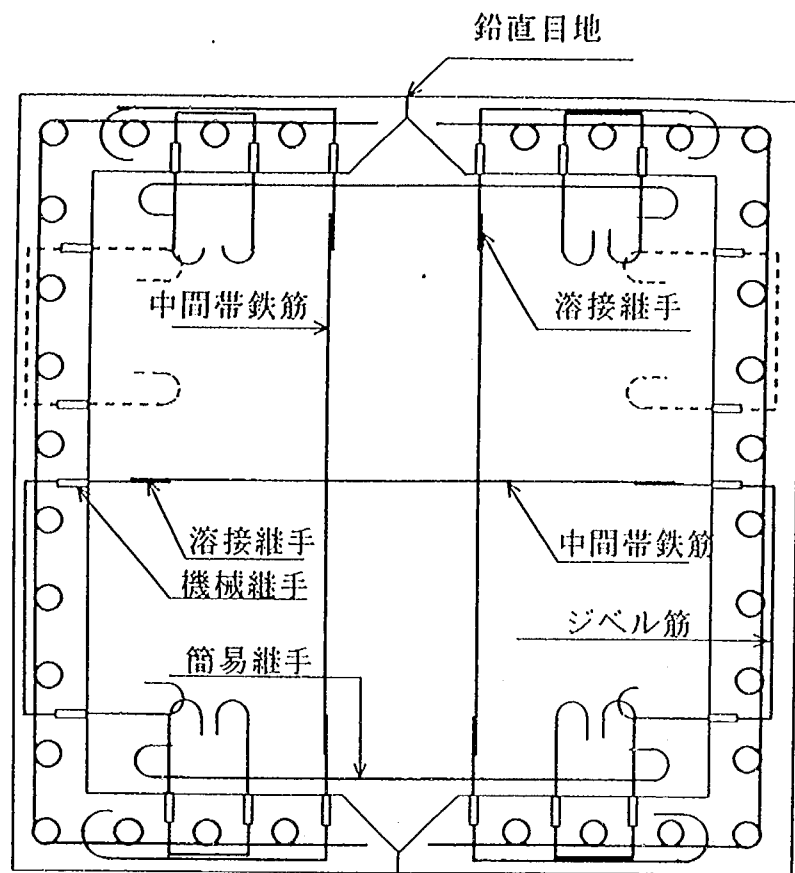
前記復旧仕様例では、橋脚のじん性を確保するために主鉄筋内部のコンクリートの拘束や主鉄筋の座屈防止を横拘束筋（帯鉄筋）の配置により図ることとして、構造細目を規定している。主たる点は次のとおり。

- ①横拘束筋の定着は、軸方向鉄筋を取り囲み、端部はフックをつけて内部コンクリートに定着。
- ②横拘束筋の継手に、フックのない重ね継手を原則として用いない。
- ③矩形断面では、原則として帯鉄筋と中間帯鉄筋を配置する。

以上から今回の改善提案のポイントは以下に示すとおりとした。

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">①鉛直目地部先端に中間帯鉄筋を配置し、2次コンクリートに定着する。<ul style="list-style-type: none">→ 2次コンクリートの拘束効果の改善。→ 配力筋の簡易継手の補強→ 軸方向筋の座屈防止への対応②中間帯鉄筋は、相対するジベル筋を機械継手等で連結して配置する。③製造上必要な配力筋の継手は、原則としてフック付き重ね継手もしくは溶接継手とする。 |
|---|

次ページに改善提案の概念図を示す。



改善提案概念図

お わ り に

今回の共同研究では、大型コンクリート構造物の施工に関し、プレハブ化へ向けての門戸を開いた。この成果により、今まで3Kと呼ばれ続けてきた建設業に対するイメージアップが図られることを期待したい。

一方、本研究の中で常に問題となったのはプレキャスト製品の価値の高さである。特に土木構造物には多様性が認められるため、製品の型枠回転率が低下し、コストの増大を招く恐れがある。しかし、現在の土木構造物の設計標準化やプレキャスト製品の標準化の流れの中でこのような問題が解消されることを期待するものである。

また、実現場への適用においては型枠工や鉄筋工など、今まで現場コストとして計上されてきたものがプレキャスト部材の材料費として取り扱われるため、工事費用の体系の变革が予測される。それらについても建設業の高度化という流れの中で関係各位のご理解が得られれば幸いである。

この共同研究の最終年度に阪神大震災が発生し、数々の構造物に甚大な被害が発生した。本報告書は地震発生以前の基準・指針に則り作成されたものであるので、この技術の適用にあたっては、平成7年度以降の諸基準等に則って見直した上で実施されることをお願いしたい。

最後に、本共同研究の推進にあたり、ご指導、ご鞭撻をいただいた岩松教授（茨城大学）、魚本教授（東京大学）、合理化施工分科会、プレキャストコンクリートワーキングの各委員の方々に深く感謝の意を表する次第である。