

免震基礎グラウト工法の開発に関する研究

－その1 免震基礎グラウト工法の概要－

(株)ファテック ○高嶋 展浩

(株)熊谷組 野中 英、佐藤 孝一、金森 誠治

1 はじめに

免震部材の基礎は、免震建築物で免震部材との最も重要な接合部で、万一の施工不良の場合、地震時に免震建築物として所定の免震性能が発揮されない恐れがある。免震部材が受ける軸力・せん断力を確実に基礎構造に伝達できるよう、コンクリートの打継ぎ処理、ベースプレート周辺の充てん性、配筋に関しても納まり、定着、継手仕様、かぶり確保等の施工品質の確保が必要である。特に免震基礎とベースプレートの間の充てんは、逆打ち工法と同様になるため、免震基礎とベースプレートとの間にエア溜まりやコンクリートの沈降により充てんが困難となる場合が多い。

免震基礎とベースプレートの間を充てんする方法は、グラウトによる方法と高流動コンクリートによる方法があるが、現在は高流動コンクリートによる方法が主流となっている。しかし、高流動コンクリートによる方法は、出荷するコンクリートに大臣認定が必要であるため、大臣認定を取得した工場があることが必要となる。またグラウトによる方法は、普通コンクリート打設後、プレミックスのグラウト材を充てんするため、どの地域においても容易に施工が可能である。しかし、グラウトによる工法は普通コンクリートとの付着強度の低下や下部コンクリートが硬化後施工するためレイタンス処理が必要であること、施工が2日以上となることなどの欠点もある。

本報では、免震基礎、ベースプレート間の充てん方法としてコンクリート打設当日にグラウトにより充てんする工法を開発することを目的に実施した一連の実験より、工法の概要について述べるものである。

2 免震基礎下部充てん工法の概要

免震基礎充てん工法は、大別すると高流動コンクリートで充てんする方法とグラウト

により充てんする方法の2種類がある。各方法の概要を以下に、高流動コンクリートによる方法とグラウトによる方法の長所と短所を表1に示す。

(a) 高流動コンクリートによる方法

高流動コンクリートによる方法は、ベースプレート中央部の開口部から、ホoppaを用いて打設する方法である。中央からプレート外周方向へ同時に高流動コンクリートを流動、充てんさせることで、充てん性を高めるとともに巻き込む空気量を少なくしている。

長所は、1工程で充てんが可能であり手間・工期が低減できる。短所は、大臣認定修得プラントがない場合、事実上適用が不可能であること、規定の充てん率を満足するには調合・施工

表1 高流動コンクリートによる方法とグラウトによる方法の長所と短所

	高流動コンクリートによる方法	グラウトによる方法
長所	・1工程で充てんが可能であり手間・工期が低減できる。	・地域を選ばず適応が可能である。 ・充てんにばらつきが少なく、充てん率の確保が容易である。 ・充てん率が安定しているため、施工実験を行わずに施工が可能である。
短所	・大臣認定修得プラントがない場合、事実上適用が不可能である。 ・規定の充てん率を満足するには調合、施工法に関してノウハウが必要である。 ・施工実験が必要となる。	・下地コンクリートを打設する際、ベースプレートを汚す可能性がある ・下地コンクリート打設後の鉄筋、プレート下の清掃が困難である。 ・ブリーディングの多いコンクリートを使用すると付着強度の低下が認められる。

A Study on the Development of Base Isolation Foundation Grout Method

－ Part1 A Summary of Base Isolation Foundation Grout Method－

Akira NONAKA, Koichi SATO, Seiji KANAMORI and Masahiro TAKASHIMA

に関してノウハウが必要であること、試験施工が必要となことなどが挙げられる。

(b)グラウトによる方法

グラウトによる方法は、先行打設普通コンクリートとベースプレートの間を 30～50mm 程度残しておき、その隙間に当日もしくは後日グラウトを充てんする方法である。

長所は、地域を選ばず適応が可能であること、充てんにばらつきが少ないこと、充てん率の確保が容易であることが挙げられる。短所は、下地コンクリートを打設する際、ベースプレートを汚すためベースプレートとの付着が低下する可能性があること、下地コンクリート打設後の鉄筋、プレート下の清掃、レイタンス処理が困難であること、ブリーディングの多いコンクリートを使用するとコンクリート、グラウト間で付着強度の低下があることなどが挙げられる。

3. 使用材料の選定および目標品質

3.1 コンクリートの品質

コンクリートの調合は、JIS の範囲もしくは大臣認定を取得した調合で出来る限りブリーディングの少ないコンクリートを使用することが望ましく、高性能 AE 減水材を使用した呼び強度の高い、スランプ 18、21cm 程度のコンクリートを選定する。

コンクリートの試験練りは、通常実施する流動性、強度確認のほか、付着強度に影響をおよぼすブリーディング量の測定も実施する。ただし、ブリーディングの測定は、試験施工時に実施してもよい。

ブリーディング量は、次報その 2 で詳細を述べるが、 $0.05\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以下の場合に当方法を適用するものとする。 $0.05\text{cm}^3/\text{cm}^2$ 以上の場合について当日打設を行う場合には、水抜き穴を施したり、バキュームによりブリーディング水を除去した後グラウトを打設する。その作業を実施しない場合には、翌日以降にコンクリートの表面のレイタンス処理を実施した後グラウトを打設する

3.2 グラウト材の品質

通常グラウトによる工法で使用するグラウト材は、一般的に無収縮性グラウト材で充てんするが、本工法で使用するグラウト材は、ベースプレートと下地コンクリートとの間を密実に充てんさせ、所定の強度が得られるよう界面活性剤系増粘剤を配合した通常のグラウト材と比較して粘性を高めたセメント系高流動無収縮モルタルを使用する。表 2 に、グラウト材の仕様を示す。

3.3 使用機材

(a)ミキサ、ポンプ

表 2 グラウトの仕様

1 袋当たりの調合		練上り量	フロー	圧縮強度
グラウト材	水		mm	N/mm ²
25 kg/袋	5.7～6.3	14.7L/袋	250	74.4

表 3 ミキサの性能

出力	混練り量	回/分	
		50Hz	60Hz
1.5kw×200V	0.18m ³	33	40

表 4 ポンプの性能

吐出量	出力	最大吐出圧力
50～100L/min	5.5kw×200V	2.5MPa

表 5 充てん率の判定

対象範囲	充てん率の判定基準
アイソレータフランジ部範囲	95%以上
上記以外	90%以上



写真 1 ミキサ、ポンプの外観状況



写真 2 ホッパーの外観状況

本施工方法では、通常の施工と比較して比較的粘性の強いグラウト材を使用することから、出力 1.5kw×200V の強制練りパン型ミキサおよび最大吐出圧力 2.5MPa のポンプを使用する。表 3 にミキサの性能を、表 4 にポンプの性能を写真 1 にミキサおよびポンプの外観状況を示す。

(b)ホッパー

グラウト施工時にグラウトの供給が途中で停止した場合や供給が打設スピードに比べて遅い場合にはベースプレート下部に空隙が発生する可能性があり、そのため打設開始から終了まで連続して行う必要がある。そのため、打設開始から終了まで連続して行えるようなホッパーを使用する。ホッパーはグラウト材の最大打設量以上の容量とし、シャッターバルブ等で打設開始および終了を管理できるものとする。写真 2 に、ホッパーの一例を示す。

3.4 グラウトの充てん率の判定基準

充てん率（接地面積率）測定方法を以下に示す。充てん率（接地面積率）の測定は、試験体の空隙面積より測定する。空隙の集計は、デジタルカメラにより試験体表面全面を撮影し、空

隙部、接地部、その他に分類し式（1）より充てん率を求める。

$$\text{充填率（\%）} = \frac{\text{全体面積} - \text{空隙面積}}{\text{全体面積}} \times 100 \quad (1)$$

充てん率の判定は表 5 に示す通り実施する。充てん率の判定は、アイソレータ部領域で充てん率の判定基準は 95%以上、それ以外の領域で充てん率の判断基準を 90%以上とする。

4. 施工手順

4.1 試験施工

試験施工の目的は、実際の免震基礎を模擬した試験体を作製し、コンクリートおよびグラウトを打設して充てん状況を確認するとともに、施工手順、使用材料、機材を確認することも兼ねている。従って、試験施工においても出来る限り本施工と同様な使用機材、人員の配置を心がける。

試験施工に関しては、普通コンクリートおよびプレミックス材を使用するため、品質にばらつきが少ないことから、施工に関するノウハウを持った熟練した人員で推奨する機材を使用して施工する場合には省略が可能であると考えられる。

4.2 施工手順

図 1 に、グラウト工法の施工フローを示す。グラウト工法の施工は、(a) 型枠、配筋および

ベースプレートの設置、(b) 下地コンクリートの打設、(c) 下地コンクリート打設後の品質管理、(d) グラウトの練り混ぜおよび圧送、(e) グラウト打設の順で実施する。

(a) 型枠、配筋およびベースプレートの設置

写真 3－①に、型枠、配筋およびベースプレートの設置状況を示す。下部基礎補強筋は、フック付きで立ち上げ、その他配筋が下部ベースプレートの設置を妨げないように配慮しベースプレートを設置する。ホッパーを用いた打設となりベースプレート上に 500kg 以上の重量が乗る場合があるので、ベースプレートが大きく、厚さが薄い場合には打設口付近にサポートを設ける。

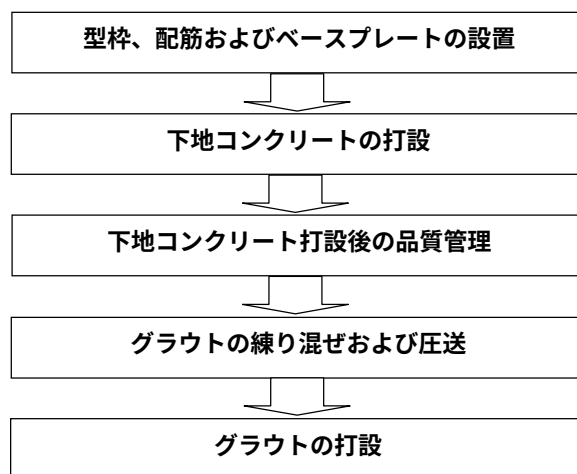
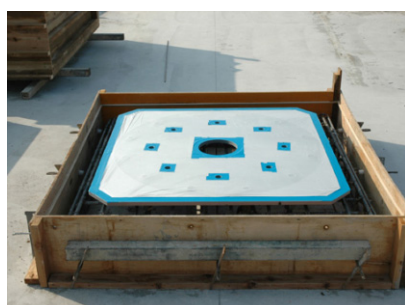


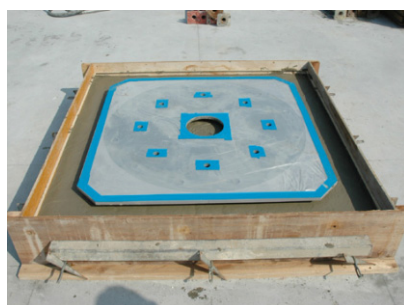
図 1 グラウト工法施工フロー



①型枠、鉄筋およびベースプレート設置状況



②下地コンクリートの打設状況



③下地コンクリート打設後の状況



④グラウトのホッパーへの充てん状況 1



⑤グラウトのホッパーへの充てん状況 2



⑥グラウトの打設状況

写真 3 グラウト工法施工状況

(b)下地コンクリートの打設

写真3-②に、下地コンクリートの打設状況を示す。コンクリート打設の際には、ベースプレート中央部の開口部から、ホッパを用いて打設する。コンクリート打設時には、外側両端よりバイブレータを用いて均等な高さに打ち上げる。この時、バイブレータの掛けすぎによるブリーディングの発生や気泡が浮いてくるためバイブレータの掛けすぎには注意をする。

(c)下地コンクリート打設後の品質管理

写真3-③に、下地コンクリートの打設後の状況を示す。打ち上げ高さは、ベースプレートの下部2～5cmとなるようにし、出来る限り鉄筋の上部までコンクリートを打ち込む。また、ベースプレートの下面にコンクリートが付着しないように打設する。

夏場や風の強い場合には、コンクリート表面の急激な乾燥を防ぐためブルーシートやコンパネで養生し、コンクリート打設後約2時間（ブリーディングが落ち着く）程度置いた後グラウトを打設する。

(d)グラウトの練り混ぜおよび圧送

グラウトの練り混ぜは、表3に示す性能のミキサにプレミックス材を入れ所定量の水（袋に記載の範囲の水量5.7～6.3kg/袋）を加えて練り混ぜる。練り混ぜ手順は、材料投入後15秒程度空練りし、その後水を全量投入し2～5分練り混ぜる。水の投入は、混和剤の関係で一括で投入する必要がある、分割投入した場合には、プレミックス材の塊りが発生し練り混ぜが困難となる場合がある。また、練り混ぜ時間は、前述した時間の範囲でプレミックス材の塊りがなくなる程度とする。練り混ぜたグラウト材は、可使時間が30分程度なので練りあがり後早い時間で表4に示す性能のポンプにより圧送する。

(e)グラウトの打設

写真3-④、⑤に、グラウトのホッパーへの充てん状況を示す。グラウトの打設は、専用のホッパーをベースプレート上に設置し、ポンプで圧送されたグラウト材を打設開始から終了まで行える程度の容量をホッパーへ注入して実施する。ホッパーに所定量までグラウト材が溜った状態で、シャッターバルブを開き打設を開始する。グラウト材の不足などによる打設中断は、空隙の発生の原因になるため、打設の中断をしないように段取りをする。

写真3-⑥に、グラウトの打設状況を示す。打ち止め高さは、最も打ち上がりの遅い方向のグラウト材がプレートの上端から10mm以上の高さになるまで行う。

4.3 仕上がり

写真4に、免震ゴム設置後の状況を示す。コ



写真4 免震ゴム設置後の状況

ンクリートおよびグラウトが硬化後に免震ゴムをセットする。

5. まとめ

本報告では、免震基礎下部充てん工法として、コンクリート打設当日にグラウトによる工法を提案し、以下に示すことを明らかにした。

- (1)使用材料として、コンクリート、グラウト材の品質を提案した。
- (2)使用する機材として、ミキサおよびポンプの性能を示すとともに、打設用ホッパーを提案した。
- (3)試験施工として、試験施工の位置づけについて説明した。
- (4)施工手順として、(a)型枠、配筋およびベースプレートの設置、(b)下地コンクリートの打設、(c)下地コンクリート打設後の品質管理、(d)グラウトの練り混ぜおよび圧送、(e)グラウト打設を示した。

今後の課題として、ブリーディングが多い下地コンクリートを使用する場合の施工方法の検討、付着強度が低下しない施工時期、方法の確立、ポンプ、ミキサ、ホッパーの改良などによる施工の簡素化等がある。

【参考文献】

- 1)社団法人日本免震協会編集：JSSI 免震構造標準施工 2005
- 2) 野中,佐藤,金森,石口：高性能特殊増粘材を用いた免震の基礎物性、コンクリート工学年次論文集