

樹脂の膨張力でコンクリート床版の沈下を修正

短期間で沈下修正・空洞充填を行う ウレテック工法

亀倉和彦・若城太郎

ウレテック工法（以下「本工法」という）とは、短時間で膨張する性質を持つ樹脂：ウレテック樹脂を用いてコンクリート床版を持上げる事で沈下を修正する工法である。埋立地を含む沿岸部に限らず、内陸部においても、日本国内のあらゆる場所で地盤沈下に伴う土間コンクリートの沈下問題が生じている。

「本工法」は、従来の土間コンクリート打替等の工法に比べ、工事時間・期間が大幅に短縮されることから、公共・民間の土間コンクリート沈下修正及び段差修正工事、道路下の空洞充填工事に採用されており、昨今の震災復旧・復興工事にも活用されている。

本稿では、「本工法」の概要、ウレテック樹脂の特性、施工事例を紹介する。

キーワード：沈下修正，空洞充填，段差解消，陥没防止，土間コンクリート，ウレタン樹脂，膨張力，工期短縮

1. はじめに

「本工法」は、特殊な硬質ウレタン樹脂の膨張力を用いて沈下した土間コンクリートを持上げる工法として、1970年代にフィンランドで開発された技術である。土間コンクリート直下にウレテック樹脂を注入し、化学反応により生じる膨張力を使って床のたわみ修正や、傾き・勾配修正、段差の解消を行う（図-1）。

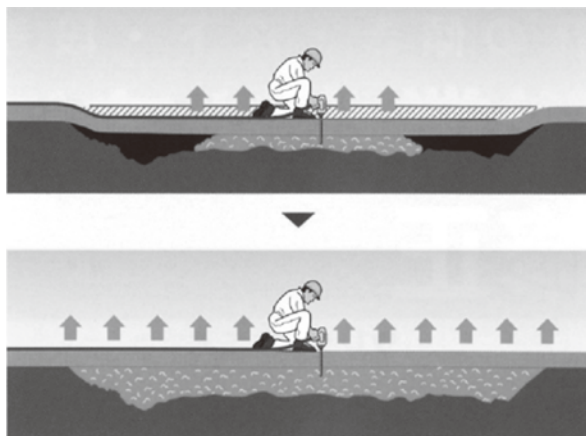


図-1 注入イメージ図

ウレテック樹脂による沈下修正，空洞充填の利点としては、工事が短時間で完了する事があげられる。

樹脂の膨張から硬化までの時間が1分程度である事と、養生時間は30分である事から、従来工法で使用されているセメント系充填材と比べると極端に短い時

間で工事は済む。また、什器，機械，商品等の設備を移動せずに、現状のまま土間コンクリートを持上げる事が可能なので、これらを移動させるための時間が不要であり、短時間で工事を完了させる事が可能である。

工事時間・期間が制限されやすい工事対象として、学校，幼稚園，保育所，体育館，集会所，老人養護施設，スーパーマーケット等店舗，倉庫，工場等で活用されている。

施設の使用条件によっては、短時間であっても業務や営業を止める事が困難な場合がある。その場合は、工事エリアと使用者のエリアを区別することや、施設の休日や夜間に工事を行う事で対応し、業務，営業を止めずに通常通り施設を運用する事が可能である。

道路下の空洞による陥没防止としての充填や、橋梁際の踏掛版下の空隙充填においても、工事として占有する時間を短縮でき、占有面積が少なく済む利点があることから活用されている。

東日本大震災の被災地で役立つ技術として紹介された。

2. 「本工法」の特徴

夜間・休日の短期間で事業を継続しながら、沈下による設備の不具合の修復や、作業環境の改善による業務効率の向上を図ることができる。土間沈下に対する代表的な修復工法を図-3にて比較する。

①設備の移動や引越しが不要

人が入れる程度のスペースを2～3mピッチで確保できれば、工事対象箇所の資機材の移動なく修復が可能（写真—1, 2）。



写真—1 狭小部での注入状況



写真—2 狭小部での削孔・集塵状況

②材料比重が小さい

比重0.05～0.10と非常に小さいため、工事後の再沈下を引き起こしにくい。

（比重2.4のモルタル等を充填した結果、地盤の圧密を促進して沈下している例が多くみられる。）

③材料硬化時間が早い

硬化時間が早いいため養生期間を必要とせず、注入終了後30分後にはフォークリフトなどの通行が可能。

④工期が短い

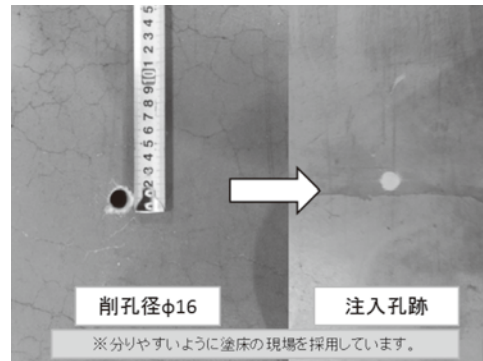
一班の日当たり施工量は200～300m²程度で施工班数を増やすことでこれ以上も対応が可能。

⑤注入孔が小さい（写真—3）

孔が小さいため鉄筋の切断もなく土間コンクリートへの損傷が最低限で済み、工事跡も目立たない。

⑥再施工が可能

地震など不測の事態で再沈下することがあっても、再度注入することで修正が可能である。



写真—3 削孔径と工事後の注入孔跡

3. 「本工法」の概要

「本工法」は図—2に示す手順で行われる。



図—2 施工フロー

(1) プラント搬入

施工範囲付近にプラントトラック(4t車)を設置し、注入用のホースを配置する。プラントは車載型で発電機、材料、工具ともに積載しているため、トラック以外の用地を確保する必要が無く、移動も自由に行え、施工エリアに応じた小運搬や施工完了後の即時解放が可能である。プラントを設置するスペースは最小で6m×2.4m程度で、占有面積、時間ともに少ない（写真—4）。



写真—4 プラント車 敷地内のスペース利用により、通行止めが不要

(2) 削孔

削孔は100Vハンマドリルで行う。削孔時粉じん飛散防止のため集じん機で吸引しながら行う。

樹脂注入の標準ピッチは2mで、施工範囲内に設

備がある場合は状況に応じてピッチを変更する（写真一2）。

(3) 樹脂注入：沈下修正，空隙充填

施工範囲の現況沈下量と目標とする修正値を考慮し，注入孔に注入機を取付け，ウレテック樹脂を注入する。

樹脂注入は原則として1か所ずつ行う。樹脂が土間コンクリート下で膨張し，上載荷重分の力で表層地盤を押し固め表層地盤から反力を得ると，床と設備が持ち上げられ沈下修正が行われる。1か所からの樹脂注入でも，土間コンクリートには鉄筋（もしくはワイヤーメッシュ，スチールファイバー）がある事により膨張力が周囲へも伝達され，注入孔から5m程度まで修正される。

沈下修正時は，レーザーレベルやレーザー墨出し機を用いて，目標値に至るまで床の高低差を確認しながら修正を行う。修正精度は，床が当初から持つ不陸（竣工時の表面仕上がり高低差）によるが，目標値±10mm以内である。不陸が少ない場合は目標値±5mm以内で収める事も可能である。

(4) 孔埋め，プラント搬出

樹脂注入により床の修正が完了した後，注入孔の頭部を速乾モルタルにより埋める。

注入ホースや機材を片付けて，施工範囲の清掃を行い，プラントを積載したトラックを搬出する。

この孔埋めから清掃までの作業時間で樹脂の養生時間を得る事が出来るので，施工範囲を即時開放する事が可能となる。

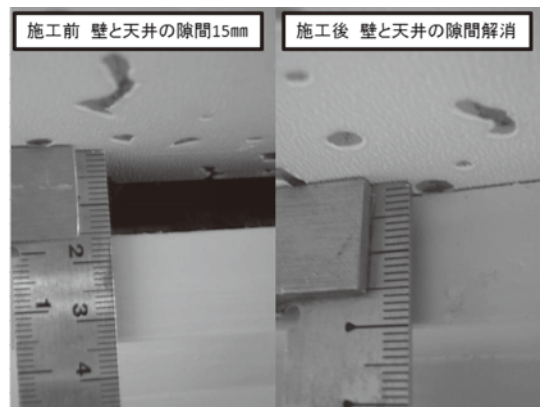
4. 施工事例

(1) 田鶴浜保育園沈下修正工事

工事概要

- ・沈下原因：地震
- ・工事場所：石川県七尾市
- ・施工面積：609 m²
- ・最大修正量：45 mm
- ・工事時期：2007年6月
- ・工事期間：昼間4日

保育室をはじめとする10部屋で床がたわみ，スリパチ状に沈下し，間仕切り壁と天井または床との間に隙間が生じていた（写真一5，図一4）。

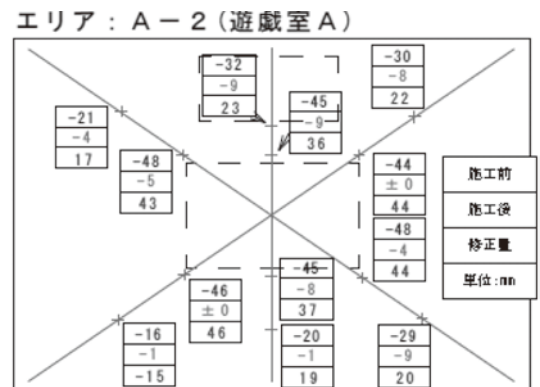


写真一5 間仕切り壁上部の天井との隙間

	打ち替え (早強コン)	樹脂注入	増し打ち	セルフレベリング
工期（養生期間含む）	4週 △	2日 ◎	2週 ○	2週 ○
追加材料比重 再沈下への影響	砕石 1.8 地盤へ、大 ○	樹脂 0.05 地盤へ、小 ◎	モルタル 2.4 土間・地盤へ、大 △	レベラー 2.4 土間・地盤へ、大 △
地盤の再沈下への影響	下がる ○	下がる ○	下がって、剥離 △	下がって剥離 △
再沈下後、樹脂注入による復旧の可否	可能 ○	可能 ○	不可 (剥離するため) △	不可 (剥離するため) △
コスト	一定 ○	修正量とともに増加 ◎	安い ◎	塗厚とともに増加 ◎
地盤の緩みの改善	土間解体後念入りに圧密しなければ、地盤が緩んだままである。 ○	部分的に注入をおこなうため、注入時には地盤に集中荷重として圧密効果を与える。注入後は等分布荷重として受けるため沈下しにくい。 ◎	地盤のゆるみが改善されていないため沈下が徐々に進行する恐れがある。 △	地盤のゆるみが改善されていないため沈下が徐々に進行する恐れがある。 △
荷の移動の有無 工場稼働の可否	工事期間中は稼働不可で、施工エリア内の荷は全て移動する必要がある。 △	基本的に荷の移動なく工事が可能で、夜間休日工事により工場稼働を止めることなく工事が可能である。 ◎	工事期間中は稼働不可で、施工エリア内の荷は全て移動する必要がある。 △	工事期間中は稼働不可で、施工エリア内の荷は全て移動する必要がある。 △
出来栄	きれい。 ◎	クラック等が残る。（補修等で対処。） ◎(◎)	きれい。時間とともに薄層部のはく離が予測される。 ○	きれい。時間とともに薄層部のはく離が予測される。 ○
粉塵・騒音	解体時の粉じんやガラの飛散が多く、振間仕切りや換気設備の設置が必要。騒音が大きい。 △	ドリル時の粉じんは集塵機併用で対応し、注入孔を覆う際のドリルの音がする。 ○	ほとんどなし。 ◎	ほとんどなし。 ◎
総合評価 (評価点計)	16 (3+10+3)	22 (12+10+0)	15 (6+4+5)	14 (3+6+5)
記号集計	◎×1 ○×5 △×3	◎×4 ○×5 △×0	◎×2 ○×2 △×5	◎×1 ○×3 △×5

◎：3点、○：2点、△：1点

図一3 土間沈下に対する修復工法比較表



図一4 出来形図

(2) 鉄板加工工場 段差修正工事

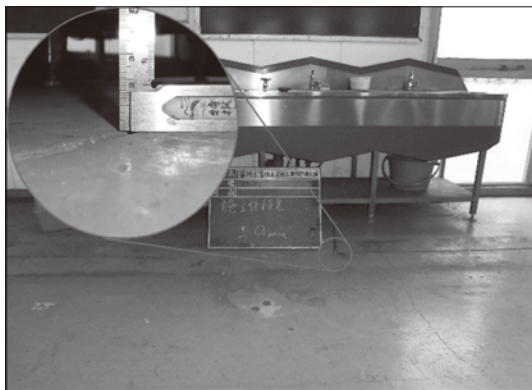
工事概要（写真一6，7）

- ・沈下原因：地震

- ・ 工事場所 : 千葉県白井市
- ・ 施工面積 : 約 100 m²
- ・ 最大修正量 : 60 mm
- ・ 工事時期 : 2012 年 4 月
- ・ 工事期間 : 昼間 1 日



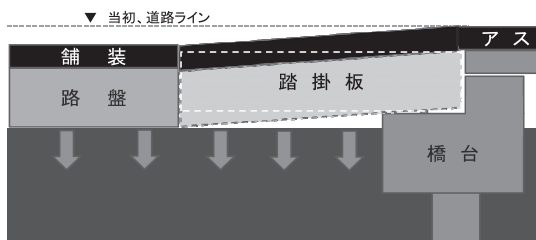
写真一六 施工前 段差 60 mm



写真一七 施工後 段差 0 mm

(3) 屋外 公共工事 踏掛版下空洞充填工事

図一五の通り、踏掛版は橋台側端部と土工区間端部の2点で支えられた状態で、踏掛版そのものへの負担もさることながら、土工区間端部への集中荷重により、時間と共にさらなる沈下を引き起こす状態であった。主要国道であり早急な対策を要したため、(b)にあげるメリットを持つ「本工法」が採用された。



図一五 踏掛版下部の空洞状況図

(a) 工事概要 (写真一八)

- ・ 沈下原因 : 地震
- ・ 工事場所 : 茨城県鹿嶋市

- ・ 踏掛版寸法 : 8 m × 8 m
- ・ 空洞厚 : 最大約 10 cm
- ・ 工事期間 : 昼間 1 日
- ・ 交通規制 : 片側交互通行



写真一八 踏掛版下への注入状況

(b) 他工法との比較 (メリット)

- ・ 注入孔 (18 mm) が小さい→コア抜きなど鉄筋切断による構造的な損傷が少ない。

(4) 屋外 公共工事 道路下空洞充填工事

以前から度々発生した陥没事故の対策としてレーダーによる空洞探査技術が開発され、多くの空洞が発見されている。見つかった空洞を埋める工法として、(b)に示すメリットが評価され、「本工法」が採用された。

(a) 工事概要 (写真一九, 図一六)

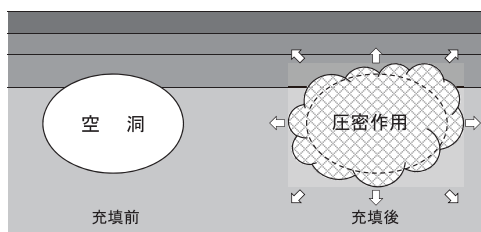
- ・ 沈下原因 : 地震
- ・ 工事場所 : 東京都内
- ・ 空洞規模 : 約 0.5 m³
- ・ 空洞箇所 : 5 箇所
- ・ 工事期間 : 昼間 1 日
- ・ 交通規制 : 1 車線規制 (各空洞毎の設置)



写真一九 作業帯内での注入状況

(b) 他工法との比較 (メリット)

- ・ 箇所あたりの実作業時間は約 1 時間のため、日当



図一六 空洞充填前後のモデル図

たり 5 箇所程度の工事が可能

- ・工事跡がほとんど残らない→開削工事による継ぎはぎや段差などが発生しない。

5. おわりに

本稿で「本工法」ウレテック工法の手順，施工事例などを紹介したがウレテック工法はその最大の特徴である「短時間での施工」により建築，土木にとらわれず，沈下した構造物下で数多く採用されている。

実際に被災地では，早期機能回復，早期復旧が求められ，工法メリットに優れるウレテック工法により，沈下による支障を短時間で解消している

被災構造物では建屋自体も沈下してしまい，建屋と土間コンクリートの両方に対して沈下修正を行う必要がある案件も多くある。このような場合は，ジャッキ

アップ工法などの建屋の修正工法とウレテック工法を併用し，建屋と土間コンクリートと同時に沈下修正を行っている。

ウレテック工法は修繕・営繕的な工事であるが，時間，範囲等の制限があることで恒久的対策工事を行えない場合に応急処置工法として特に有効である。また，震災などの災害発生時に備えた BCP（事業継続計画）にも貢献できるものと考えている。

JICMA

《参考文献》

- 1) 「プロが認める震災復旧技術」日経コンストラクション 2012年10月22日号
- 2) ウレテックジャパン(株) 会社・工法概要ファイル
- 3) ウレテックジャパン(株) ウェブページ (www.uretek.co.jp)

【筆者紹介】



亀倉 和彦 (かめくら かずひこ)
ウレテックジャパン(株)
営業部 部長



若城 太郎 (わかぎ たろう)
ウレテックジャパン(株)
営業部 課長