ケミカルグラウト株式会社
CHEMICAL GROUTING CO.,LTD.

水中や流水中での地盤改良・空洞充填　特殊材料「ジオフォース」の特長と用途



最終更新日：2026-11-12

港湾や河川、護岸などでは、水が流れる地盤の中や、水が溜まった空洞に注入材を充填しなければならないことがあります。
しかし、一般的な注入材は、固まる前に水で希釈されたり、計画した範囲の外へ流されたりすることがあります。特に、石と石の間を水が移動する捨石護岸では、注入材を必要な場所に留めながら空隙を充填することが課題となります。
こうした水の影響を受ける環境での注入に用いられるのが、水中不分離型懸濁系注入材「ジオフォース®」です。
この記事では、ジオフォースの特長や主な用途、適用を検討する際のポイントをわかりやすく解説します。

この記事からわかること

- 水中や流水中への注入が難しい理由
- ジオフォースの仕組みと特長
- ジオフォースが活用される場所
- 適用にあたって確認すべきポイント

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

流水中での地盤改良の難しさ

港湾や河川護岸などの地盤は、捨て石や礫が多く存在しており、一般的に地下水の流れが速いものです。こうした地下水の流れの速い地盤の補強を検討するとき、**一般的な注入工法では材料が固まる前に流れてしまうため、地盤改良が困難となります**。ひとたび材料が流れてしまうと、所定の品質を満足できないというだけでなく、水質汚濁の懸念も生じさせてしまいます。

また、使わなくなった上下水道管などの管渠を地中に残置する際、注入材を充填したいというニーズがあります。しかしながら、管渠のなかは水で満たされているため、**通常の材料だと材料が水に希釈されてしまい、充填が困難となります**。

こうした流水中／水中での充填を実現するために開発されたのが、**水中不分離型懸濁系注入材 GEOFORCE（ジオフォース）**です。

水中や流水中への注入はなぜ難しい？

水中の空隙を充填するときは、材料が隙間へ入り込む「流動性」が必要です。
一方で、材料が流れやすすぎると、水の流れに乗って計画範囲の外へ移動してしまう可能性があります。水と接触した際に材料が分離すれば、周囲の水を濁らせるだけでなく、充填された材料の品質にも影響します。

反対に、流動性を低くし、粘性を高くすると、水には流されにくくなりますが、隙間の奥まで材料が届きにくくなります。

そのため、水中や流水中への注入では、次の性能をバランスよく備えた材料が求められます。

- 水中で分離しにくい
- 空隙の奥まで入り込める
- 必要な場所へ届いた後は、その場に留まりやすい

ジオフォースは、この三つの課題に対応するために開発された注入材です。

ジオフォースとは？

ジオフォースは、流水中でも材料が希釈・分離されにくい、セメント系の水中不分離型懸濁系注入材です（図１）。

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.



図１　ジオフォースの水中不分離状況

固化材、混合材（フライアッシュなど)、ジオフォース剤などを使用して、現場条件や用途に合わせて配合を調整し、作液します。

大きな特長は、**単に水中で分離しにくいだけでなく、空隙に入り込むための流動性と、目的の場所に留まりやすい可塑性を備えていることです。**

「可塑性」というとなんだか難しそうですが、わかりやすくいうと、「自由に形を変えられるが、流体ではない」状態となります。この可塑性により、捨石護岸のように空隙が大きく、内部を水が移動している場所でも、注入範囲を意識しながら材料を充填できます。

ジオフォースの詳しい特長や仕様については、工法ページ・リーフレットをご覧ください。

ジオフォースの主な特長

1. 流水中でも材料が分離・希釈されにくい

ジオフォースは、**水中で材料の成分が分離・懸濁しにくい「水中不分離性」を備えています。**

流水を再現した模擬地盤での注入試験においても、注入材が水で希釈されたり、流されたりしにくいことが確認されています（図２)。

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

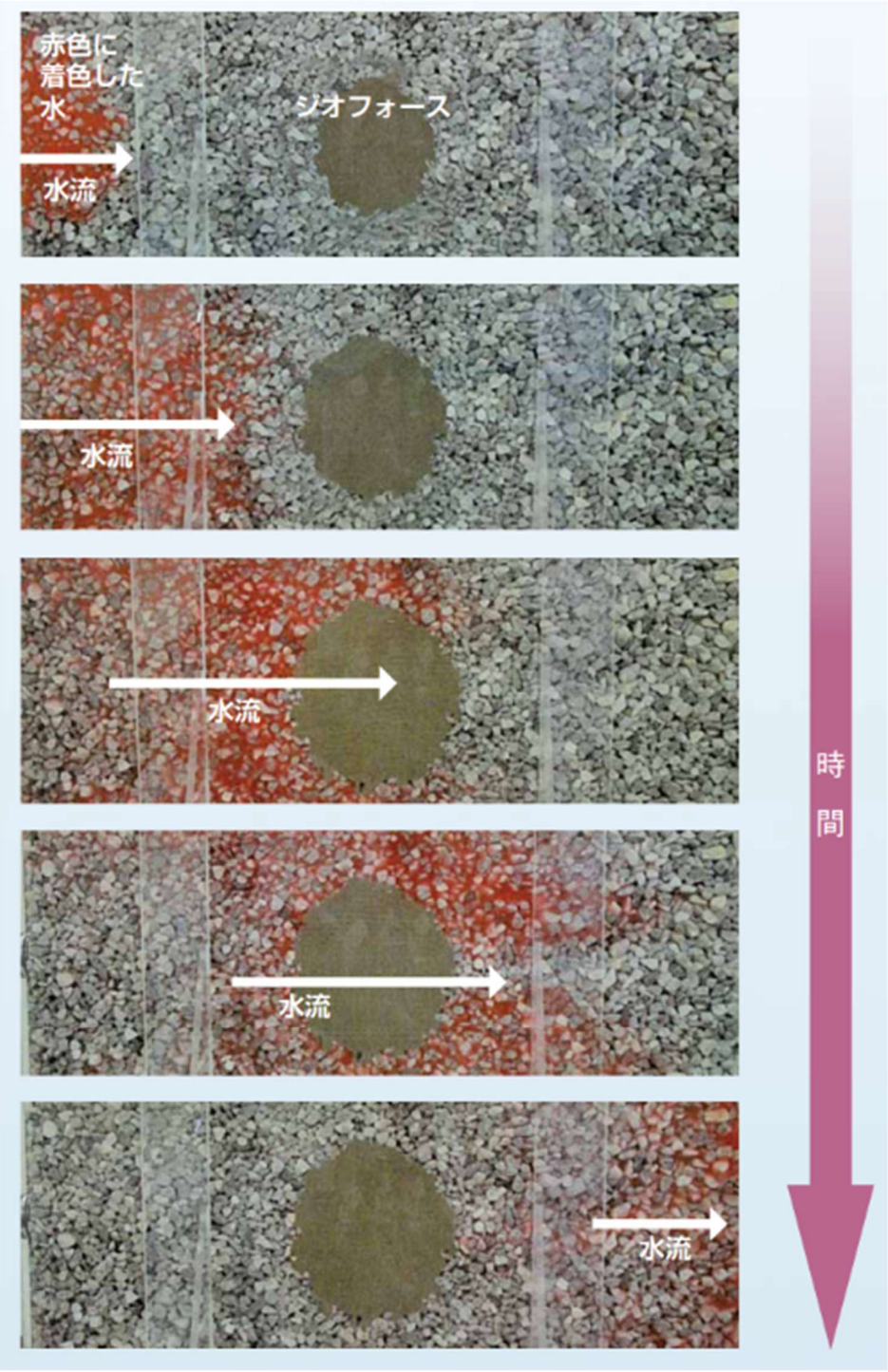


図２　流水中での注入実験（水は赤で着色）

この性質により、注入材を必要な場所に留めやすく、周囲の水への漏出や懸濁、pH 値の上昇を抑制します。

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

2. 注入すると流れ、注入後は留まりやすい

ジオフォースは**「可塑性」**を持っています。
可塑性とは、圧力や振動などの力が加わると流動性が高まり、その力が小さくなると形状を保持しやすくなる性質です。わかりやすく言うと、「外からの力で自由に形を変えられるが、流体ではない」状態の材料となります。図３のとおり、ジオフォースは時間経過とともに流動性（フロー値）が低下するのですが、ここに振動を与えると、流動性が再度上昇します。



図３　ジオフォースのフロー試験状況

注入時にはロッドや地盤内の隙間を移動し、注入後は必要以上に広がりにくくなります。そのため、空隙の大きな地盤でも、対象範囲を意識した「限定注入」ができます。

3. 用途に合わせて流動性や強度を調整できる

充填する場所によって、材料に求められる性能は異なります。
例えば、捨石護岸の大きな空隙に充填する場合と、使わなくなった管渠の内部を充填する場合では、適した流動性や強度が同じとは限りません。
ジオフォースは、配合を変えることで流動性や強度を調整できます。さらに、流動性低下（固化）が始まる「時間」についても、配合で調整することができます。そのため、空隙の大きさ、注入距離、充填目的など、現場ごとの条件に応じた配合を検討できます。参考として、表１に３つの配合例を示します。

表１　ジオフォース１㎥あたりの基本配合表（例）

用途	目標強度 kN/㎡	水・固化材比 %	水 kg	固化材 kg	混合材 kg	GF 剤 kg	調整剤 kg
捨て石護岸の空隙充填	500	100	690	190	515	8.9	4.7
構造物直下の空隙充填	5,000	85	670	480	335	13.6	9.6
礫質地盤への限定注入	20,000	65	645	1025	0	7.2	14.8

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

4. コンパクトな設備でも施工できる

ジオフォースは流動性に優れ、直径 40mm 程度の注入ロッドから注入できます。**一般的な薬液注入用の機材を使用できるため、大型施工機の配置が難しい場所や、施工スペースに制約のある現場でも適用を検討できます**（図 4）。



図 4　ジオフォースの施工状況

5. 海水でも作液できる

ジオフォースは、海水を使用して作液しても品質への影響が少ないため、真水を確保しにくい沿岸部でも使用できます。

港湾や護岸などの沿岸部では、現地で海水を利用できることが、給水や施工計画を立てるうえでの利点となります。

ジオフォースはどのような場所で使われる？

捨石護岸の空隙充填

ジオフォースの代表的な用途が、捨石護岸の空隙充填（図 5）です。

捨石護岸の内部には石と石の間に大きな隙間があり、その中を海水が移動しています。ジオフォースは、水に流されることを抑えながら捨石間へ入り込み、空隙を充填します。

護岸の耐震補強や液状化対策、内部に生じた空洞の充填などに活用されています。

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

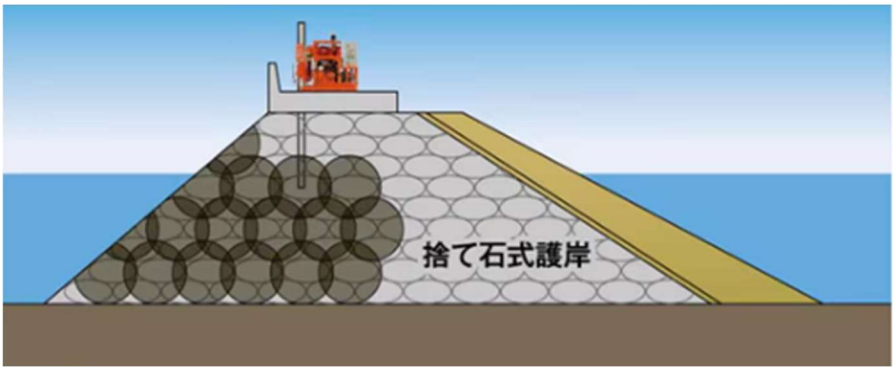


図５　捨石護岸の空隙充填・耐震補強

構造物直下の空洞充填

既設構造物の下に生じた空洞には、地下水や雨水が入り込んでいることがあります。
ジオフォースは水中で分離しにくく、流動性を調整できるため、水が残った状態の空洞や、複雑な形状の隙間への充填にも使用できます（図６）。

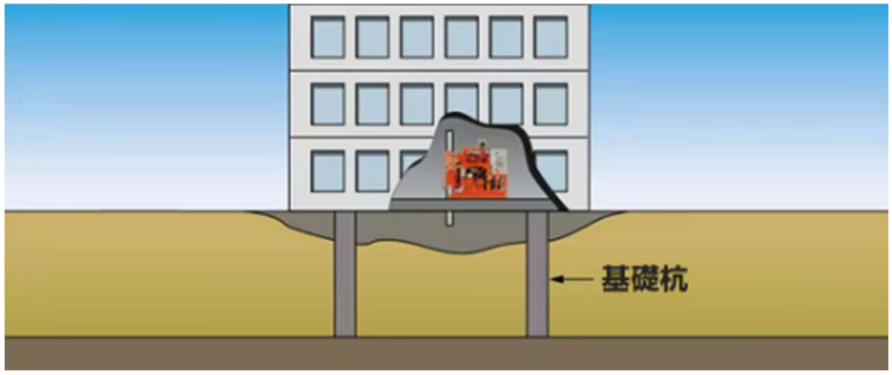


図６　構造物直下の空洞充填

管渠などの管内充填

使用を終えた管渠や地下管の内部には、水が残っている場合があります。
完全な排水が難しい状況でも、水による希釈や材料分離を抑えながら管内を充填できることから、汚水管や放流渠などの充填に用いられています（図７）。

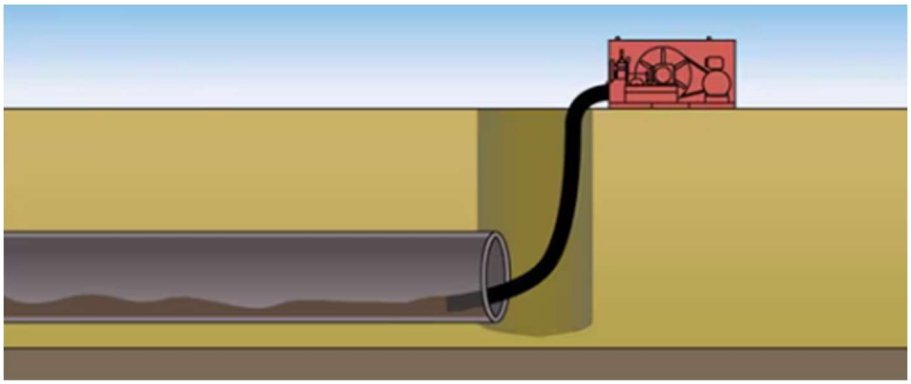


図７　管渠の管内充填

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

適用にあたって重要なこと

ジオフォースは、決められた配合をすべての現場で一律に使用する材料ではありません。

水の流れ、空隙の大きさ、地盤構成、施工深度、充填の目的などによって、必要な材料特性や施工方法は異なります。

適用にあたっては、主に次の点を確認します。

- 水流の速さや方向
- 空隙の大きさと広がり
- 必要な充填範囲
- 目標とする強度
- 使用する材料の性状
- 注入設備や施工スペース

また、使用するフライアッシュなどの混合材は、産地や時期によって特性が異なる場合があります。そのため、実際に使用する材料で配合試験を行い、必要な性能が得られることを確認することが望まれます。

水流や空隙の影響が大きい現場では、現地に近い条件を再現した模擬地盤で注入試験を行います。材料がどのように広がるか、流水中でも留まるかなどを事前に確認し、その結果を配合や施工計画に反映します。

ジオフォースの性能を生かすためには、材料の選定だけでなく、事前試験、配合設計、注入計画、施工中の管理までを一体で検討することが重要です。

まとめ

水中や流水中への注入では、材料が水に流されず、空隙の奥まで届き、必要な場所に留まることが求められます。

ジオフォースは、次の性能を備えた水中不分離型懸濁系注入材です。

- 流水中でも材料が分離・希釈されにくい
- 圧力を受けると流動し、注入後は留まりやすい
- 配合によって流動性や強度を調整できる
- 細いロッドから注入できる
- 海水を用いて作液できる

これらの特長を生かし、捨石護岸の空隙充填、構造物下の空洞充填、管内充填、高圧噴射撹拌施工時の逸泥・拡散対策などに活用されています。

ただし、適切な配合や施工方法は、地盤や水流、空隙、要求性能によって異なります。水のある場所への注入や充填でお困りの場合は、計画段階からご相談ください。

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.

※本資料は、当社ウェブサイトに掲載している記事を印刷・保存用に PDF 化したものです。関連情報および最新の内容については、ウェブサイト掲載記事をご確認ください。

Copyright © 2026 CHEMICAL GROUTING CO.,LTD. All Rights Reserved.