

地盤補強型基礎工法（GRF工法）の概要と適用事例

大日本土木株式会社 正会員 ○渡辺 巧
大日本土木株式会社 佐藤 文雄

1. はじめに

人力掘削による深礎工法は、重機の搬入が困難な山岳地の橋台基礎において採用されているほか、近年では橋脚基礎としても多く採用されている。橋脚基礎においては作用する荷重が大きくなり、深礎杭の深度化や大口径化の傾向がある。地盤補強型基礎工法（以下GRF工法）はロックボルト状の補強材を深礎杭と一体化した基礎形式であり、杭の支持力向上およびコストダウンの目的で開発した基礎工法である。本稿では本工法の概要および橋脚基礎における適用事例について紹介する。

2. 工法の概要

2-1 特徴

GRF工法は、杭基礎の周面から周辺地盤内部に削孔し、ロックボルト状の補強材を挿入定着した後に補強材の基端部を基礎本体に定着することを特徴とした、補強土工法的な効果を取り入れた基礎工法である（図-1）。本工法における補強材は、地盤に対する引張力、圧縮力、せん断力の一部を構造的に負担することや、周辺地盤の動きを拘束し基礎本体壁面に作用する拘束圧を増加させることにより、基礎体への荷重に対する抵抗力を高める効果がある。

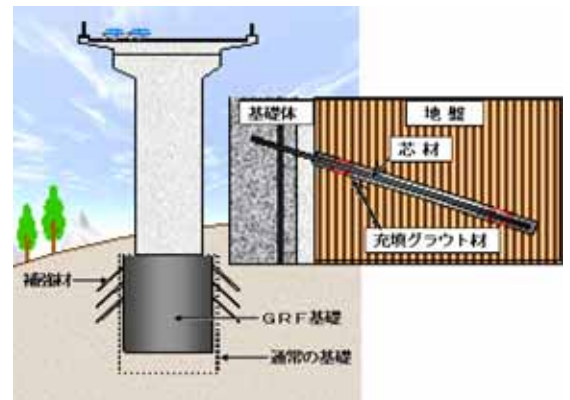


図-1 GRF工法概要図

基礎耐力は従来の基礎耐力に補強材の効果を加えることで評価するため、補強材本数を変えることによる合理的な基礎体設計が可能になり、従来の深礎基礎より基礎本体の寸法を縮小できる。

2-2 橋脚基礎におけるGRF工法

深礎工法は、鉛直荷重に対しては基礎体底面鉛直反力で、水平荷重に対しては基礎体前面水平反力および基礎体底面摩擦力で支持する構造となっている。基礎体前面は、地盤の状況に応じた反力の上限値を設けたバイリニアバネとしてモデル化する。水平荷重が作用すると、荷重が釣り合うまで基礎上部から逐次地盤反力が上限値に達し（地盤の塑性化）、基礎体下部に弾性根入れが残存する（図-2）。また、深礎工法を橋脚基礎で適用する場合、基礎に作用する鉛直反力やモーメント荷重が大きく、基礎体の剛性が高いことから剛体に近い挙動を示し、回転変位が生じる傾向がある。

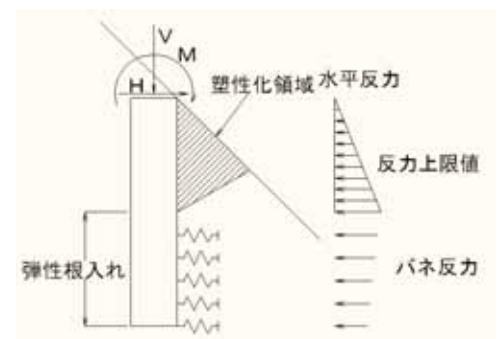


図-2 深礎工法設計概念図

GRF工法は補強材がもつ補強効果により基礎体前面地盤に作用する荷重を低減することを可能としている。橋脚基礎においては補強材を斜め下方に向けて配置し、鉛直方向の補強効果を高めることで回転変位の抑制および基礎底面の浮き上がりの低減が可能である（図-3）。

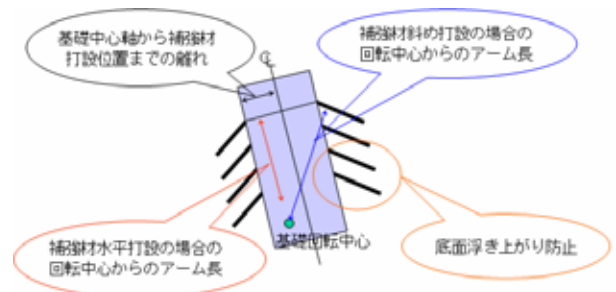


図-3 大口径深礎のGRF工法適用概念図（補強材を斜めに配置する効果）

キーワード 深礎基礎、地盤補強、ロックボルト

連絡先 〒160-0023 東京都新宿区西新宿6丁目16番6号 大日本土木（株） TEL 03-5326-3939

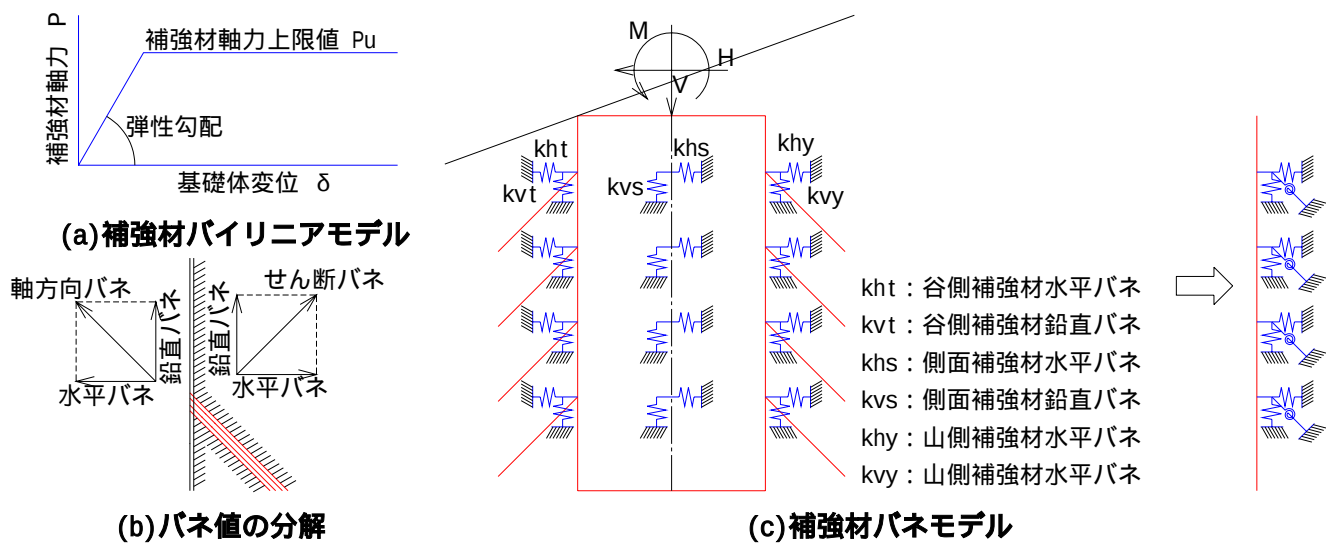


図 - 4 G R F 工法補強材モデル

3. 設計手法

図 - 4 に G R F 工法補強材モデルの概要を示す。G R F 工法は、従来の深礎工法の弾塑性モデルに加え、補強材を引き抜き抵抗等を上限とするバイリニアバネとしてモデル化して解析を行う。バネモデルは各補強材が持つ軸方向およびせん断バネを鉛直および水平バネに換算したバネとしているが、大口径深礎においては基礎体軸線と補強材の距離を考慮した回転バネもモデル化する。照査方法は従来の深礎工法と同様である。

4. 適用事例

ここでは道路橋橋脚基礎として G R F 工法を適用した事例について述べる。

図 - 5 に形状図を示す。当該基礎の設置地点は、表層では崖錐層（砂質粘土）や風化岩が分布しているが、地中部では C L ～ C M 級岩盤層となっている。補強材の削孔径は 135mm で芯材は D51 を使用し、D 層以深に配置した。表 - 1 に G R F 工法の採用による効果を示す。G R F 工法の採用によって従来工法より杭長が短くなり、鉄筋本数の減少や鉄筋径が小さくなる等の効果があった。その結果、14%のコストダウンとなった。

写真 - 1 に G R F 補強材削孔状況を示す。削孔は通常のアンカー削孔で用いる削孔機で施工可能であり、状況に応じてスキッド型あるいはクローラー型のいずれかを用いる。

5. 今後の展望

G R F 工法は開発当初においては橋台や洞門など斜面上の基礎に適用される事例が多かったが、近年では構造物の大型化に伴い橋脚基礎のコストダウンに有効な工法として採用が増えている。本稿が基礎構造物の検討において一助になれば幸いである。

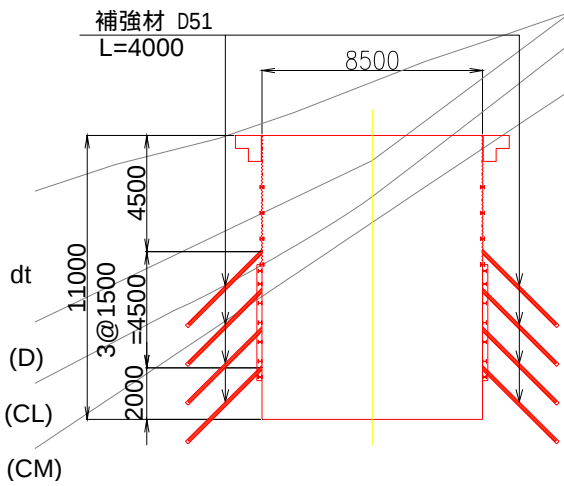


図 - 5 G R F 工法構造図

表 - 5 工法比較表

	従来型	G R F 工法
杭径	8.5m	8.5m
杭長	18.0m	11.0m
主鉄筋	D38 × 168 本 × 2 段	D38 × 160 本 × 2 段
帯鉄筋	2-D29	2-D25
工事費	1.16	1.00

工事費は G R F 工法を 1.00 とした場合の比率を示す



写真 - 1 G R F 補強材削孔状況